Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂસ્તર-વિજ્ઞાન

- પૂર્વાર્ધ -

ડાહ્યાભાઈ પીતાંબરદાસ દેરાસરી,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ओ३म्

पुस्तक संख्या .....

पञ्जिका संख्या .....

पुस्तक पर सर्व प्रकार की निशानियां लगाना वर्जित है। कोई सज्जन पन्द्रह दिन से अधिक देर तक पुस्तक अपने पास नहीं रख सकते। अधिक देर तक रखने के लिये पुनः आज्ञा प्राप्त करनी चाहिये।

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧ ગિબ્સ સ્મારક ફંડ ગ્રંથમાળા ∴ નં. ૧૨

स्टाक प्रमाणीकरण १९८४-१९८५

ભૂસ્તર-વિજ્ઞાન

– પૂર્વાર્ધ

Initial

કર્તા,

ડાહ્યાભાઈ પીતાંબરદાસ દેરાસરી,

સાઉથ કેન્સિંગ્ટન-સાયન્સ અને આર્ટ ડિપાર્ટમેન્ટનું
એડ્વાન્સ જીઓલોજીનું સર્ટિફિકેટ ધારણ કરનાર;
બાર-એટ-લો,
અમદાવાદ.

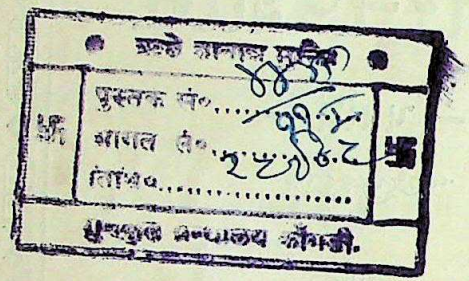
છપાવી પ્રસિદ્ધ કરનાર,
ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઇટી તરફથી
હીરાલાલ ત્રિભુવનદાસ પારેખ, બી. એ.
આસિ. સેક્રેટરી-અમદાવાદ.

કિંમત એક રૂપિયો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવૃત્તિ પહેલી
પ્રત ૧૫૦૦
સંવત્ ૧૯૮૭
સને ૧૯૩૧



મુદ્રકઃ ચીમનલાલ ઇશ્વરલાલ મહેતા.
મુદ્રણસ્થાનઃ " વસંત મુદ્રણાલય "
વીકટોરીરોડ : : અમદાવાદ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કચ્છ ગીબ્સ સ્મારક ગ્રંથમાળાનો

ઉપોદ્ઘાત.

મહારાવ સર શ્રી ખેંગારજી સવાઇ બહાદુર એમના સગીરપણામાં નીમાએલી રીજન્સીએ સરકારની પરવાનગી લેઇને ઇ. સ. ૧૮૮૦ માં ઑનરેબલ જેમ્સ ગિબ્સ સી. એસ. આઇ., જેઓ તે વખતે વાઇસરૉય અને ગવર્નર જનરલની કાઉન્સિલના મેમ્બર હતા; અને જેઓ એક વખત મુંબાઇ યુનિવર્સિટીના વાઇસ ચાન્સેલર હતા, તેમના કચ્છ કાઠિયાવાડ તથા ગુજરાત સાથેના સંબંધના સ્મરણાર્થ તથા ગુજરાતી સાહિત્યની અભિવૃદ્ધિને ઉત્તેજન આપવા માટે સોસાઇટીને રૂ. ૨૫૦૦) ની નોટો સ્વાધીન કરી છે. તેના વ્યાજમાંથી વખતોવખત ઇનામ આપી પુસ્તકો રચાવવામાં આવે છે; અને તે પુસ્તકો સોસાઇટી છપાવે છે. આજસુધી આ ફંડમાંથી નીચેનાં પુસ્તકો તૈયાર કરવામાં આવ્યાં છે:-

૧. ઉદ્યોગથી થતા લાભ અને આળસથી થતી હાનિ.

૨. માંદાની માવજત.

૩. જીવજંતુ અને વનસ્પતિની અજાયબીઓ.

૪. રણજીતસિંહ.

૫. માઉન્ટ સ્ટુઅર્ટ એલ્ફીન્સ્ટન.

૬. લૉર્ડ લૉરેન્સ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૭. બ્રાહ્મણોના સોળ સંસ્કાર.

૮. હિંદની રાજ્યવ્યવસ્થા અને લોકસ્થિતિ.

૯. વનસ્પતિશાસ્ત્ર (આર્થિક દૃષ્ટિએ)

૧૦. અભિનય કલા.

૧૧. પુરાણ વિવેચન.

૧૨. ભૂસ્તર-વિજ્ઞાન-પૂર્વાર્ધ.

અમદાવાદ,
તા. ૧૪-૮-૧૯૩૧ } ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બે બોલ.

ખૂદ ઉપોદ્ઘાત રુપે જ લખાયલા આ પુસ્તકને પ્રસ્તાવના કે ઉપોદ્ઘાતની જરુર જણાતી નથી; છતાં પ્રથાને અનુસરીને અને ભાઇશ્રી હીરાલાલ પારેખની ઇચ્છાને આધીન બની સ્હેજ લખવાનું ધાર્યું છે.

વિજ્ઞાનો તરફની અભિરુચિ મને બચપણમાંથી જ છે. મારા જીવનના પ્રારંભકાળમાં મારું મન અજાયબ વિચારોથી ડહોળાઇ જતું. "પેટમાં અમૂક આંગળ લાંબો, અમુક પહોળો અને અમુક ઉંડો ચૂલો સતત બળ્યા કરે છે; એને જઠરાગ્નિ કહે છે." આવાં આવાં ગપોડાં જૂઠાં લાગતાં. વળી નિરામિષ જીવનવ્યવહારવાળાંઓને શારીરશાસ્ત્રનું જ્ઞાન સ્વાભાવિક રીતે જ હોતું નથી. એટલે ખરું શું છે એ જાણવાની ઘણી ઉત્કંઠા ઉત્પન્ન થઇ હતી. તેમાં વળી ધર્મજીજ્ઞાસા ઉમેરાવાથી મૂંઝવણની બાકી નહોતી રહી. જીવ એ શું ? મોત એ શું ? મુએલા શરીરમાંથી કશું ઓછું ન થયું હોય, ત્યારે જીવ તે ક્યાં, કેવો અને કેમ જતો રહે, એવા એવા તુરંગો નાની વયથી જ આવ્યા કરતા. આવી આવી ગુંચો ઉકેલાશે ધારી મન જુદાં જુદાં વિજ્ઞાનો તરફ વળ્યું. રસાયનશાસ્ત્રના અભ્યાસથી કશું નિરાકરણ ન થયું. ઇંદ્રિયવિજ્ઞાન તરફ મન દોડયું. મારા સ્વ૦ મિત્ર લે૦ કર્નલ એફ. સી. બારકરની સાથે ઇંદ્રિયવિજ્ઞાન વાંચ્યું. રાજકોટની (તે કાળની સિવિલ અને હાલની) વેસ્ટ ઇસ્પિતાલમાં લગભગ દસબાર વર્ષ નિયમિત હાજરી આપી ઘણી ઘણી તરેહના વાઢકાપનાં કામોનું નિરીક્ષણ કર્યું. પણ સશંકિત મન ધરાયું જ નહિ. મારા મિત્ર, ગુરુ, ઉપરી અને મુરબ્બી નવલરામજીની સાથેના વાર્ત્તાલાપવડે મનને શાંતિ મળી. પણ તે બધું સમજીને-જાણીને નહિ. પણ એ કોયડો કોઇ ઉકેલી શકયું નથી, અને ષડ્દર્શનની કલ્પનાઓ તે હજુ કલ્પના-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રુપે જ રહી છે. નિગમ પણ **नेति नेति** કરીને પોકારી રહ્યા છે. વસ્તુતઃ એ વાત મનુષ્યની સમજશક્તિની પર છે એવી ખાત્રી થવાથી જ.

એજ આત્મમંથન કાળમાં પૃથ્વીના પેટમાં શું છે, એ જાણવાની યે લાલસા થઈ. કેળવણીખાતા તરફથી અભ્યાસને માટે પુનાની સાયન્સ કોલેજમાં મોકલવામાં આવ્યો, ત્યાં આ વિજ્ઞાનનો વિશેષ પરિચય થયો. છેવટે ઇગ્લંડમાં આ વિજ્ઞાનના અભ્યાસની પૂર્ણાહુતિ થઇ. ભૂસ્તર વિજ્ઞાનના અભ્યાસને સારુ ઇગ્લંડ જેવો બીજો કોઈ યે દેશ નથી. જાણે કુદરતે જ અભ્યાસીઓને માટે સંગ્રહસ્થાન સરજ્યું ન હોય, એમ ત્યાં છેક વાયવ્યથી આગ્નેય સુધી લિંટી દોરીએ, તો એ લિંટી-માં ભૂસ્તરના લગભગ બધા કલ્પેલા વિભાગોના પડોદય થએલા છે. તેથી અભ્યાસની ઘણી જ સુગમતા થાય છે. વળી ત્યાં માત્ર આ વિજ્ઞાનનાં જ સંગ્રહસ્થાનોનો તોટો નથી. લંડનનું "જીરમીન સ્ટ્રીટ મ્યુઝિયમ" તો ખરેખર બહુ મહત્વનું છે. શરુવાતથી તે આધુનિક કાળ સુધીના રોકો, અને અશ્મીભૂત અવશેષો ત્યાં ક્રમશઃ ગોઠવ્યાં છે. આવી સુગમતાની ભેળી ભેળી ડા૦ સેવેજ જેવા ઉત્સાહી વિદ્વાનની મદદ. મારા ઓળખીતા સાઉથ કેન્સિંગ્ટનની કોલેજ ઓફ સાયન્સવાળા **ડીન જડ** સાહેબે મને ડા. સેવેજને સોંપ્યો હતો. **ડીન જડ** પોતે પ્રખ્યાત ભૂસ્તરવેત્તા હતા. થાક લાગે તો બેસવા યે ન દે, ભૂખ લાગે તો ખાવા યે જવા ન દે અને ઠાંસી ઠાંસીને જાણે પોતાનું જ્ઞાન આપણા મગજમાં ભરવું હોય એવી ડા. સેવેજની વિલક્ષણતા અને ઉત્સાહ યાદ આવી હજુ પણ મને સાનંદાશ્ચર્ય થાય છે.

પુસ્તકના કદને અહ્ંગે સહજ કહું. ગુ. વ. સોસાઈટીએ અઢીસેં પોણા ત્રણસેં પાનાં માગ્યાં હોવા છતાં પુસ્તકનું કદ વધારે વસ્તુ આપવાની ધગસને લઈને બમણું થઈ ગયું અને ખરું જોતાં એકને બદલે બે પુસ્તકો થયાં, જેમાંનુ પ્રથમ–પૂર્વાર્ધ આજે બહાર પડે છે.

મારા અભ્યાસનું અને અભ્યાસપ્રીતિનું ફળ મારા ગુજરાતી બાંધવોને આપું, તેમના મનમાં આ વિજ્ઞાન પ્રતિ અનુપમ અભિ-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રુચિ ઉત્પન્ન કરું, એવી ઘણી અને ઘણાં વર્ષની ઉત્કંઠા આજે પુરી પડે છે, એ માટે હું ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઇટીનો અને ટોકી ટોકીને કામ કરાવનાર ભાઇ હીરાલાલ પારેખનો ઋણી છું. મારા પદાર્થવિજ્ઞાનની તરફ જેવો પ્રીતિભાવ જનતાએ દર્શાવ્યો છે તેવો આ પુસ્તક પ્રતિ દર્શાવાશે તો મને આનંદની પરિસીમા થશે.

વિજ્ઞાનના અભ્યાસના ફળ તરીકે જગન્નિયંતાની મહત્તા અને આપણી મનુષ્ય પ્રાણીની ક્ષુદ્રતા, તેમ જ સર્વ પ્રતિ સમભાવ, એટલું વાચકવૃંદને સમજાય તો મારા શ્રમનો બદલો મને મળ્યો ગણી હું મને પોતાને કૃતકૃત્ય માનીશ.

૧૨ ઓગષ્ટ ૧૯૩૧
અમદાવાદ. } ડાહ્યાભાઈ પીતાંબરદાસ દેરાસરી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અનુક્રમણિકા

ખંડ ૧

ભૂસ્તર વિજ્ઞાન. ૧
ભૂસ્તર વિજ્ઞાનના કેટલાક પારિભાષિક શબ્દો. ... ૯
ઉપાધિયો. ૧૩
ઉદક ઉપાધિ. ૧૫
સેંદ્રિય ઉપાધિયો. ૨૦
રસાયનિક ઉપાધિ. ૨૯
ભૂકવચની અંદરની ઉપાધિયો. ... ૩૧
જ્વાળામુખીઓ. ૪૨
ઉન્હા પાણીના ઝરા—અને ગેઇસર્સ. ... ૪૭
ધરતીકંપ. ૪૮
ભૂકવચમાં થતા અદૃશ્ય ફેરફાર. ... ૫૨
ઉદકઉપાધિથી બનેલા જળમળના પડબંધ રોક. ... ૫૬
પડબંધ રોકનું વર્ગીકરણ. ૬૫
ઉદકરોકના વિભાગો. ... ...
૧ વેળુ કિંવા ચકમકવાળા પાષાણ. ... ૭૧
૨ મૃણમય પાષાણ. ... ૭૨
૩ કેલ્કેરિયસ–ચૂર્ણમય પાષાણ. ... ૭૨
૪ કાર્બોનયુક્ત રોકો. ... ૭૩
જુદી જુદી જાતના અગત્યના રોકઃ— ... ૭૫
૧ વેળુમય રોકો. ૭૫
૨ ચૂર્ણમય રોકો. ૭૬
૩ ક્ષારમિશ્રિત રોકો. ૬૭

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૪ ધાતુઓ. ૭૭

૫ મૃણ્મય રોકો. ૭૮

૬ કાર્બોનયુક્ત રોકો. ૭૮

આગ્નેય રોકો. ૭૯

વિસ્તારવાળા આગ્નેય રોકનાં પોત-કુમાસ. ... ૮૨

આગ્નેય રોકની આંતર્ રચના. ... ૮૫

રોકની કઠણાશ, તેમનાં રસાયનિક અંગભૂતો ... ૮૬

રોકની કઠણાશ-તેનું માપ અને રોકનું સંબંધપૂર્વક વય. ૮૭

મોહનું કઠણાશનું માપ. ૮૮

રોકોનું વય અને એની કસોટીઓ. ... ૮૯

આગ્નેયરોકમાંના ખનિજો. ૯૦

વિસ્તિર્ણ આગ્નેયરોકોનું વર્ગીકરણ. ૯૬

એસિડ રોકો. ... ...

એસિડિક અને બેઝિકના વચગાળાના રોક. ... ૯૭

બેઝિક રોકો. ૯૮

વિશેષ બેઝિક રોકો. ૯૯

વિસ્તિર્ણ આગ્નેય રોકનું નિસ્સારણ અને આન્તરપ્રવેશ. ૯૨

આગ્નેયરોકના ગઠ્ઠા. ૧૦૩

જ્વાળામુખીના કણ્ઠ. ૧૦૫

ધાતુઓનાં વળાં. ૧૦૮

બદલાઇ ગએલા અને રૂપાન્તર થએલા રોક. ... ૧૧૦

અશ્મીભૂતસેંદ્રિય પદાર્થ-ફોસિલ્સ. ... ૧૧૮

પ્રાણીઓની જાતિયોનું નિસ્સંતાન અને ફોસિલ્સ (ચાલુ). ૧૩૨

લાક્ષણિક ફોસિલો. ૧૩૭

વનસ્પતિ કોટિ. ૧૪૦

પ્રાણી કોટિ. ૧૪૫

ભૂગોળનો પ્રારંભ-નીહારિકાની કલ્પના. ... ૧૭૫

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ખાણ્ડ ૨.

ભૂપૃષ્ટની પડબંધ રચના.	...	...	૧૮૮
ભૂગોળના પૂર્વના ઇતિહાસનાં દફતરો.		...	૧૮૮
ભૂકવચની રચના અને તેના કલ્પેલા વિભાગ.		...	૧૯૦
કેમ્બ્રિયન વિભાગની પૂર્વના રોકો.		...	૧૯૪
જુના જીવમય યુગ—પેલિયોઝોઇકિ અગર પ્રાથમિક યુગ.			૧૯૮
કેમ્બ્રિયન વિભાગ.	...	...	૨૦૩
સિલુરિયન વિભાગ.	...	...	૨૧૬
ડેવોનિયન વિભાગ.	...	—	૨૨૮
કાર્બોનિફરસ વિભાગ.	...	...	૨૪૨
પર્મિયન વિભાગ.	...	...	૨૬૪

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચિત્રોની સૂચિ.

આકૃતિનો ક્રમ.	વિષય.	પાનું.
૧	પડબંધ રચના.	૧૦
૨	નદીનાં જુનાં તજેલાં પાત્રો. ...	૧૮
૩	શરૂવાતમાં બંધાતા ખડક.	૨૮
૪	બંધાઇને આડી ભીંત જેવા પ્રસરેલા ખડક.	૨૮
૫	એટોલ–પરવાળાના ટાપુ જેવા બની ગએલા ખડકો.	૨૮
૬	એટોલ–પરવાળાના ટાપુનું પૂર્વરૂપ. ...	૨૮
૭	એટોલ પરવાળાના ટાપુનું દરય. ...	૨૯
૮	ઇ. સ. ૧૮૨૨ માં ફાટેલો વિસુવિઅસપર્વત–જ્વાળામુખી.	૪૨
૯	બંગાળાના ઉપસાગરમાં આવેલો ઉજ્જડ ટાપુ અને મૃતપ્રાય જ્વાળામુખી.	૪૫
૧૦	રોકોની પડબંધ રચના.	૫૮
૧૧	નક્કર જમીનનું બંધાવું, નીચલાં પડોના ઉઘાડા થએલા છેડા ઉપર તેમને અસમાન્તર બંધાયલાં પડો.	૫૮
૧૨	કિલનોમિટર–પડખૂણુ માપવાનું સાદુ યંત્ર.	૫૯
૧૩	પડખૂણુ અને પડવિસ્તાર રેષા. ...	૬૦
૧૪	પર્વતના ઢોળાવ ઉપર થયેલા "આઉટક્રોપ"–પડોદય.	૬૦
૧૫	વિયોગાંશનો અને સંયોગાંશનો ઢાળ. ...	૬૧
૧૬	નીચલાં પડોના છેડા ઉપર સમાન્તર પડોનું તેમને અસમાન્તર બંધાવું.	૬૨
૧૭	આઉટલાયર અને ઇનલાયર. ...	૬૩
૧૮	પડબંધ રોકમાંના સાંધા.	૬૩

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૯ તૂટ. ૬૪
૨૦ ઉલટી તૂટ. ૬૫
૨૧ કોંગ્લોમિરેટ. ૭૧
૨૨ કવોર્ટઝના સ્ફટિક. ૮૨
૨૩ રોકનાં વિવિધ પોત. ૮૪
૨૪ એંટ્રિમનો "જાયન્ટસ કોઝવે" નામનો કુદરતી બંધ. એસોલ્ટના સ્તંભો. ૧૦૬
૨૫ ધાતુનું વળું. ૧૦૯
૨૬ શીસ્ટ્ઝ રચના. ૧૧૩
૨૭ વિંછીનો પુર્વજ–પેલિઓફિનસ. ... ૧૨૩
૨૮ ઐતિહાસિક સમયમાં નિસ્સંતાન ગએલું ડોડો નામનું પક્ષી. ૧૩૪
૨૯ ઐતિહાસિક સમયમાં નિસ્સંતાન ગએલું બીજું પક્ષી–ઓક. ૧૩૫
પ્રાણી કોટિઃ— ૧૪૫
૩૦ મૂળ સજીવકણ–પ્રોટોપ્લાઝમમાંથી ઉત્ક્રાન્તિ થઈ થઇને જુદી જુદી જાતનાં પ્રાણીઓનો ઉદ્ભવ દર્શાવતું પ્રાણીઓનું વંશવૃક્ષ. ૧૭૪
૩૧ નીહારિકા–જેમાંથી આપણી સૂર્યમાળા ઉદ્ભવી મનાય છે તે. ૧૭૮
૩૨ છાછરા કિનારાપરના કાંપમાં પાણીની લહેરો વડે પડેલાં સ્તનાકાર લહેરિયાંનો અશ્મીભૂતઅવશેષ–ફોસિલ. ૨૦૫
૩૩ કાંપના પડમા સૂર્યના તાપને લીધે થયેલી તડોનાં તેની ઉપર બંધાયલા પડના નિચલા ભાગમાં પડેલાં ચિન્હોનું અશ્મીભૂત રૂપ. ૨૦૬
૩૪ રેતાળ જમીન ઉપર પડેલા વર્ષાદના છાંટાનાં ચિન્હો, અશ્મીભૂત રૂપ. ૨૦૬

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩૫ ઓલ્ડહેમિયા રેડિસ્એટા ૨૦૯
૩૬ હેડ્રોઝોઆ-ડિફ્ટિઓનેમા ૨૧૦
૩૭ કેમ્બ્રિયન સમયનાં ત્રિલોબાઇટઃ— ...
a પેરોડોકસાઇડીસ બોહીમિકસ.
b એગ્નોસ્ટસ પ્રિન્સેપ્સ
c ઓલેનસ મેકરૂરસ.
d ઇલિપ્સો સિફેલસ. ... ૨૧૨
૩૮ કેમ્બ્રિયન બ્રેચિયોપોડ-લિંગ્યુલેલા ડેવિસીઇ... ૨૧૩
૩૯ સિલૂરિયન સમયનાં ગ્રેપ્ટોલાઇટઃ-
a. રેસ્ટ્રાઇટીસ.
b. મોનોગ્રેપ્ટસ.
c. ડિપ્લોગ્રેપ્ટસ.
d ફ્લોગ્રેપ્ટસ.
e. ડિડિમોગ્રેપ્ટસ ... ૨૨૦
૪૦ સિલૂરિયન સમયનાં પરવાળાનાં જંતુઓઃ—
a. રગોસા—ઓમ્ફિમા ટર્બિનેટમ.
b. એલ્સિઓનેરિયનઃ—હેલિયોલિપ્સિ ૨૨૦
૪૧ સિલૂરિયન સમયમાં થતી એકિનોડર્મની એક સિસ્ટિડિયન નામની જાતિ.
a. સિસ્ટિડિયન સ્યૂડો ક્રિરાઇટીસ.
b. સ્ટારફીશ-પેલીએસ્ટરાઇના. ... ૨૨૨
૪૨ સિલૂરિયન સમયના સમુદ્રના પાત્રમાં દરીઆઇ કીડાઓએ ખોદેલાં દરમાં બીજા રોકનું પુરાણ થઇને બનેલા અશ્મીભૂત અવશેષો. ૨૨૨
૪૩ સિલૂરિયન સમયનાં ત્રિલોબાઇટઃ—
a. એસેફ્સ ટિરેનસ.
b. ઓજીજીયા બચી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

c. ઈબિનસ્ ખેરિએન્સીસ.
d. ટ્રિબ્યુલુઝ કોન્સેંટ્રિકસ.
e. હોમેલોને ડેલ્ફિનોસિફેલસ ... ૨૨૩
૪૪ સિલૂરિયન ફિલોપોડ–શીરેસીઓ કેરિયા. ... ૨૨૪
૪૫ સિલૂરિયન સમયનાં બ્રેચિયોપોડ.
a. એટ્રિસ રેટિકયૂલેરિયા.
b. ઓર્થિસ્ એકટોનીઇ.
c. રિંકોનેલા બોરિએલીસ.
d પેન્ટેમિરસ ગેલ્બિએંટસ. ... ૨૨૪
૪૬ સિલૂરિયન–ગેસ્ટ્રોપોડ. બેલેરોફોન ડિલેટેટસ... ૨૨૫
૫૭ સિલૂરિયન લેમેલિબ્રેંચ–ઓર્થોનેટા સેમિસલ્કેટા. ૨૨૫
૪૮ સિલૂરિયન સિફેલોપોડ.
a. ઓર્થોસિરાસ્ એમેરિટમ
b. ટ્રોકોસિરાસ્ કોર્નુએરિટિસ. ... ૨૨૫
૪૯ ડેવોનિયન વનસ્પતિઃ—
a. સિલોરીટન.
b. પેલિઓપ્ટેરિસ.... ... ૨૩૧
૫૦ જૂના રાતીરેતીનાપાષાણ સમયની ગેનોઇડ જાતની માછલીનાં ભિંગડાં. ૨૩૩
૫૧ માછલીઓની પુંછડીના પ્રકાર. ... ૨૩૩
૫૨ ડેવોનિયન સમયની માછલીઓઃ—
a. ઓસ્ટિઓલેપ્સિસ.
b. એકેંથોડિસ. ૨૩૩
૫૩ ડેવોનિયન સમયની હાડકાના બખ્તરવાળી માછલીઓ.
a. સિફેલેપ્સિસ.
b. ટેરિકિથસ મિલેરી. ... ૨૩૫

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૫૪ ડેવોનિયન સમયનું યૂરિપ્ટેરિસ–સપટલ પ્રાણી–ટેરિગોટસ. ૨૩૭
૫૫ ડેવોનિયન સમયનાં ત્રિલોબાઇટઃ—
a. બ્રોંટયુઝ ફ્લેબેલિફર.
b. ડાલ્મેનિટીશ રગોસા.
c. હોમેલોનોટસ આર્મેટસ.
d. હાર્પિસ પૈકો સિફેલસ. ... ૨૩૮
૫૬ ડેવોનિયન કોરલ–પરવાળાનાં જીવડાં.
a. કયેથોફિલમ સિરેટાઇટીસ.
b. કેલ્સિકોના સેંડેલિના ... ૨૩૯
૫૭ ડેવોનિયન લેમેલિબ્રેંચઃ—
a. કયુકુલિયા હાર્ડિજીઆઇ.
b. કિલમેનિયા સેજિવકિઆઇ–સિફેલોપોડ ૨૩૦
૫૮ ડેવોનિયન બ્રેચિયોપોડઃ—
a. અન્સિટિસ ગ્રાઇફસ.
b. સ્ટ્રિંગો સિફેલસ બર્ટીની.
c. સ્પિરિફેરા ડિસ્જંકટા. ... ૨૪૦
૫૯ સ્વોન્સીમાં વેળુપાષાણમાં મળી આવેલું ફોસિલ–સીજીલેરિયા જાતનું ઉભું ને ઉભું ઝાડ. ... ૨૪૬
૬૦ કોયલાનાં અને બીજાં પડો દર્શાવતો ખાણનો ઉભો છેદ, નીચલાં પડોમાં મૂળીઆં પ્રવેશેલાં તેમ જ ઉભાં ને ઉભાં ઝાડોનો દેખાવ. ૨૪૭
૬૧ કાર્બોનિફરસ સમયની ફર્નો.
a ન્યૂરોપ્ટેરીસ.
b સ્ફેનોપ્ટેરીસ.
c એલિથોપ્ટેરીસ. ... ૨૫૧
૬૨ લિકોપોડ લેપિડોડેંડ્રોન સ્ટર્નબર્ગાઈ. ૨૫૧

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૬૩ સિજિલેરિયા અને મુળ–સ્ટિગ્મેરિયા. ૨૫૨
૬૪ કોર્ડેઇટિસ એલોઇડિયમ, તેના કાર્પોલિથિસ સહિત. ૨૫૩
૬૫ કાર્બોનિફરસ યુગનું ઇઓસ્કોર્પિઅસ, (હાલના વિંછીનો પુર્વજ). ૨૫૪
૬૬ કાર્બોનિફરસ ક્રિનોઇડસ–વુડોક્રિનસ એકસ્પેન્સસ. ૨૫૭
૬૭ કાર્બોનિફરસ પોલિઝન–ફ્રેન્સ્ટેલા મોરિસિઆઇ. ૨૫૯
૬૮ કાર્બોનિફરસ લેમેલિબ્રેંચઃ—
a. એડ્મોણ્ડિયા સલ્કેટા.
b. એન્થાકોમિયા એડમ્સીઆઇ.
c. એવિકયૂલોપ્ટેકટન ફ્લેક્ષ... ૨૫૯
૬૯ કાર્બોનિફરસનાં બ્રચિયોપોડઃ—
a. પ્રોડકટસ સેમિરેટિકયુલેટસ.
b. સ્ટ્રેપ્ટોરિંકસ, કેનિસ્ત્રિયા.
c, સ્પિરિફેરા સ્ટ્રિએટા, ... ૨૬૦
૭૦ કાર્બોનિફરસનાં ગેસ્ટ્રોપોડઃ—
a. યૂઓફલેલસ પેટેગ્યૂલેટસ.
b. બેલેરોફોન ટેન્યુઈ ફોસિયા. ... ૨૬૧
૭૧ ટેરોપોડ કોન્યુલેરિયા ક્વાડ્રીસલ્કેટા (કાર્બોનિફરસ સમય). ૨૬૧
૭૨ સિફેલોપોડસ (કાર્બોનિફરસ સમયનાં)
a. ઓર્થોસિરાસ ગોલ્ડ ફ્યુસિએનમ.
b. ગોનિયેટાઇટિસ સ્પીરીકસ. ... ૨૬૧
૭૩ કાર્બોનિફરસ સમયના કુદરતી દેખાવનું કાલ્પનિક ચિત્ર. ૨૬૪
૭૪ કેલિપ્ટેરિસ કોન્ફરી. ૨૬૯
૭૫ વેલ્ચિયા પિનિફોર્મિસ. ૨૬૯
૭૬ ગેનોઇડ જાતની માછલી, પ્લેટિસોમસ સ્ટ્રીએટસ. ૨૭૦
૭૭ લેબિરિન્થોડોન સેલેમેણ્ડ્રોઇડિસ ... ૨૭૧

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂસ્તર–વિજ્ઞાન.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૧)

ભૂસ્તર—વિજ્ઞાન

જેમ ઉમરડાનું ગુલ્લર, વડનો ટેટો અગર અંજીર એક હોઇ, તેમાં અનંત બીજ એટલે વૃક્ષોનાં પૂર્વરુપ સમાઈ રહ્યાં છે, તેમ ભગવાનનું વિરાટ સ્વરુપ અનંતકોટિ બ્રહ્માંડનું બન્યું છે. અનંત ગોળ તેમાં ભ્રમણ કરી રહ્યા છે. અગણિત સૂર્યમંડળો-સૂર્યમાળાઓ પોતપોતાના ગ્રહોને લઈને રાત્રિ દિવસ તેમાં ભ્રમણ કર્યાં કરે છે.

બ્રહ્માંડની તૂલનામાં તો ગણત્રીએ ન થાય એવો ક્ષુલ્લક છતાં આપણા સૂર્યમંડળનો અધિષ્ટાતા આપણો સૂર્ય, આપણને ગરમી-તેજ તેમ જ જીવન આપતો સતો, પોતાના મંડળના ગ્રહોની વચ્ચે બિરાજી રહે છે. પોતાના ગ્રહોને સાથે સાથે લઈને એ વળી બીજા જ આકાશી પદાર્થની પ્રદક્ષિણા કર્યા જાય છે. મૂળે અર્ધપ્રવાહી સ્થિતિવાળા આકાશી પદાર્થો પોતાની દૈનિક ગતિમાં પોતાના કલ્પિત આંસ ઉપર ફરે છે ત્યારે એમની બહારની બાજુએથી એમના કોઇક ભાગ મધ્યોત્સારી ગતિને લઈને વખતે છૂટા પડી જાય છે. આ પ્રમાણે આપણી સૂર્યમાળાના બધા ગ્રહો આપણા સૂર્યમાંથી છૂટા પડી પડીને બન્યા છે. છૂટા પડયા પછી પણ તેઓ પોતે પૂર્વની પેઠે જ ગતિમાન રહે છે, એટલે વસ્તુતઃ તેઓ આપણા સૂર્યની આજુબાજુ ભ્રમણ કર્યે જાય છે. ગ્રહોમાંથી પણ આ જ પ્રમાણે છૂટા પડેલા ભાગ, સૂર્યની નહિ પણ પોતે જેમાંથી છૂટા પડયા હોય તે ગ્રહની આજુબાજુ ભ્રમણ કર્યા કરે છે. ગ્રહમાંથી આમ છૂટા પડેલા ભાગને આપણે ઉપગ્રહ કહીએ છીએ. આપણી પૃથ્વીમાંથી છૂટો પડીને ચન્દ્ર આપણો ઉપગ્રહ બન્યો છે. આ મનોરંજક વિષય મૂળે ખગોળ વિદ્યાના દેશનો હોઈ, અહીં એ સંબંધે વધારે કહેવાતું નથી. અહીં તો માત્ર આપણી પોતાની પૃથ્વીને અંગે જ બોલીશું. આપણી પૃથ્વી, જે ઉપર કહ્યું તેમ આપણા સૂર્યમાંથી છૂટી પડીને તેનો ગ્રહ બનેલી છે તે, નિરંતર સૂર્યની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આજુબાજુ ફર્યા કરે છે. સઘળા આકાશી પદાર્થો આ પ્રમાણે ગતિમાન છે. તેમને જુદા જુદા પ્રકારની ગતિઓ હોય છે. પોતે જે મૂળ આકાશી પદાર્થમાંથી છૂટા પડયા હોય તેની આજુબાજુ ફરવાની અને પોતાના કલ્પિત અક્ષ–આંસ ઉપર ફરવાની. આપણી પૃથ્વી પોતાના આંસ ઉપર પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ ફરે છે એ ગતિને એની દૈનિક અને સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે એ ગતિને વાર્ષિક ગતિ એવાં નામ આપ્યાં છે. અર્ધપ્રવાહી સ્થિતિમાં સૂર્યથી છૂટી પડી તે ક્ષણથી તે અદ્યાપિ પર્યંત પૃથ્વીની આ બન્ને ગતિઓ ચાલુ જ છે.

જાણીતી વાત છે કે કોઈપણ ગરમ પદાર્થને દોરીને એક છેડે બાંધી દોરીનો બીજો છેડો હાથમાં પકડી ચક્કર ચક્કર ફેરવીએ તો એ પદાર્થમાંની ગરમી કાળક્રમે ઓછી થતાં તે પદાર્થ ટહાડો પડતો જાય છે. આ જ પ્રમાણે આપણી પૃથ્વી પણ પોતાની દૈનિક અને વાર્ષિક ગતિને લીધે ટહાડી પડી પડીને એનો સપાટી પરનો ભાગ અર્ધપ્રવાહી સ્થિતિમાંથી ઘનરુપમાં આવ્યો છે. આ ઘનરુપ ધારણ કરેલા પૃષ્ટના ભાગને પૃથ્વીનો પોપડો અગર ભૂકવચ એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. ભૂકવચ વિશેષ ટહાડું પડતાં એના સંસર્ગમાં આવેલી પાણીની વરાળે પણ ટહાડી પડી પાણીનું રુપ ધારણ કર્યું છે. આવી રીતે પૃથ્વી ઉપર પહેલું પાણી અસ્તિત્વમાં આવ્યું છે. સપાટીપર બનેલું પાણી પ્રવાહી રુપે હોઈ, પ્રવાહી પદાર્થના પૃથ્વીના કેન્દ્ર તરફ જવાના ધર્મ પ્રમાણે ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે ગતિમાન થાય છે અને ઉંચી જગાએથી નીચી જગા તરફ વહે છે.

પૃથ્વીની સપાટીના ઉપર કહ્યા મુજબ ટહાડા પડેલા ભાગને ભૂકવચ કહે છે એ કહી ગયા. આ ભૂકવચ સપાટીપરથી લગભગ ત્રીસ પાંત્રીસ મૈલની ઉંડાઈ સુધીનું ગણાય છે. ભૂકવચ નીચે પૃથ્વીમાં શું છે એ આપણે પ્રત્યક્ષ જોઈ શકતા નથી. પૃથ્વીમાં આપણે ખોદતા ખોદતા જેમ જેમ ઉંડે જઇએ તેમ તેમ ઉષ્ણતામાન વધતું જતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આખરે અમુક ઉંડાઇએ તો પૃથ્વીપરના સઘળા જાણીતા પદાર્થો પીગળી જાય એટલી બધી ગરમી હોય છે. તેથી ભૂકવચની સઘળી ઉંડાઇ સુધી પણ આપણે જઈ શકતા નથી. માત્ર ઉંડામાં ઉંડી ખાણ અને ઉંચામાં ઉંચા પર્વતનું ગગનચુમ્બિત શિખર, એ બેની વચ્ચે આવેલો ભાગ આપણે પ્રત્યક્ષ જોઇ શકીએ છીએ. પૃથ્વીના કેન્દ્રથી એની સપાટી ચાર હજાર મૈલ દૂર છે. આવા મોટા અંતર જોડે સરખામણીમાં ભૂકવચની જાડાઈના ૩૦–૩૫ મૈલની ગણત્રી હિસાબમાં નથી, તો તેમાં વળી આપણે ઉંડામાં ઉંડા પાંચેક મૈલ સુધી ખાણોમાં જોઈ શકીએ છીએ એ ભાગ તો લેખામાં યે ન આવે ! નિરીક્ષણનું ક્ષેત્ર આમ નાનું અને નજીવું હોવાથી પૃથ્વીના પેટની હકીકત આપણે માત્ર અનુમાન વડે જ કલ્પિએ છીએ.

આમ હોવા છતાં એટલા નાના ભાગનું પણ લક્ષપૂર્વક અવલોકન કરવાથી આપણે પૃથ્વીનું બંધારણ, તેના ઘટક અવયવો, એના ઉપર શરુવાતથી ઉત્પન્ન થએલાં વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ સંબંધે ઘણું ઘણું જાણીએ છીયે.

જવાળામુખી પર્વતો તો ઘણાંને અજાણ્યા નહિ હોય. એકાદો જવાળા-મુખી જ્યારે ફાટે છે ત્યારે તેમાંથી ધગધગતા અંગારારુપ બની ગએલા મોટા પથ્થરના પથ્થર, મૈલોના મૈલો સુધી ઘણા ફીટના થર બંધાઇ જાય એટલી રાખોડી, તપી, પીગળીને પ્રવાહી બનેલો રસ, ધૂમાડાના ગોટેગોટ, પાણી અને પાણીની વરાળ બહાર ઉડીને નીકળે છે. પૃથ્વીના પેટમાં શું ભર્યું હશે તેનું સહજ અનુમાન આ ઉપરથી કરી શકાય છે. વળી એ બધા નિકળેલા પદાર્થો જ્યારે ઠંડા પડે છે ત્યારે આપણે તેના ઘટકાવયવો પણ તપાસીને જાણી શકીએ કે એ શેના અને કેવી રીતે બન્યા છે, એ ઉઘાડું છે.

પૃથ્વીની સપાટીનું ઘનીભૂત થઇને ચોતરફ પોપડો બાઝી ગયો છે, તેથી જાણે પૃથ્વીએ કવચ પહેર્યું હોય એમ લાગે છે; માટે જ એને ભૂકવચ કહે છે. ભૂકવચમાં શું શું હોય છે, કેવી રીતે ગોઠવાયલું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હોય છે, તેમાં દટાયલું શું શું મળે છે, એવી એવી બાબતોનો જે વિજ્ઞાનમાં ઉહાપોહ કર્યો હોય છે તેને ભૂસ્તર વિદ્યા કહે છે.

આપણામાં એક કહેવત છે કે "બાર વર્ષ દિલ્હીમાં રહ્યા પણ ભાડભૂંજાનું ઘર ન જોયું!" તેમ જે પૃથ્વીપર આપણે અવતાર લીધો છે, અને નાનેથી મોટા થઇને આખું જીવતર ગાળ્યું છે, એ પૃથ્વીનું બંધારણ કેવું છે, એ શેની બનેલી છે, એના ઉપર શા શા ફેરફાર થયા છે અને થાય છે, અને તેનાં કારણો શાં છે, તેમ જ એના ઉપર વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનો ઉદ્ભવ અને ફેરફાર શો શો થયો છે, તે યે આપણે ન જાણીએ, તો આપણા અજ્ઞાનની અને પ્રમાદની સીમા આવી રહી !

આવી બધી બાબતોનું વર્ણન ભૂસ્તરવિદ્યામાં આવતું હોવાથી એ વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ આવશ્યક છે. જેમ આવશ્યક છે તેમ જ મનોરંજક છે. આવા મનોરંજક અને સુલભ વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ જેને રુચિકર ન હોય એવા ભાગ્યહીન તો કોઈક જ હશે. ઘણાં ઘણાં વિજ્ઞાનો સુવ્યવસ્થિત રીતે જણાયા પછી આ વિજ્ઞાન અસ્તિત્વમાં આવેલું હોવાથી તે નવું ગણાય. એ તરફ વિદ્વાનોનું લક્ષ મોડું ગયું છે એટલું જ. પણ નવું હોવાથી એ ઓછું ઉપયોગી નથી. આ નવા વિજ્ઞાનને ઘણાં ઘણાં જૂના વિજ્ઞાનો સાથે અંતરંગ સંબંધ છે. સામાન્યતઃ બધાં વિજ્ઞાનો એકબીજાની સાથે અમુક સંબંધ ધરાવતાં હોઈ એકબીજાના કોયડા ઉકેલવામાં મદદ દાયક થઈ પડે છે. રસાયનશાસ્ત્ર, શારીર, વનસ્પતિશાસ્ત્ર, પ્રાચીન પ્રાણિવિદ્યા, પાષાણિભવનવિદ્યા, પ્રાણિવિદ્યા, જંતુશાસ્ત્ર, સ્ફટિકશાસ્ત્ર અને એવાં ઘણાં ઘણાં વિજ્ઞાનોની સાથે આ નવા વિજ્ઞાનનાં જડિયાં ગૂંથાયલાં છે. હાલના સમયમાં અમુક વિજ્ઞાનના અભ્યાસીને બીજાં વિજ્ઞાનોનું જ્ઞાન પણ આવશ્યક છે.

ઘણા ધંધાદારીઓ આ વિજ્ઞાનના અભ્યાસનો પોતાના ધંધામાં સદુપયોગ કરી શકે એમ છે. પૃથ્વીની અંદરથી નિકળતા પથ્થરોની કઠણાશ,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાતાવરણની તેમના ઉપર થતી અસર વગેરે બાબતો જાણવાથી **ઇજનેરો**-ને અમૂક પદાર્થ અમૂક કામમાં વાપરવાનું ઠેરવવામાં આના અભ્યાસ વડે સુગમ પડે છે. પદાર્થોના બળાબળનો ખ્યાલ કરી તેઓ પોતાના ધંધામાં આ વિજ્ઞાનનો ઉપયોગ કરી શકે છે. કુદરતને અનુસરનારા **ચિતારાને** પણ આ વિજ્ઞાનના જ્ઞાનની જરુર છે. પૃથ્વીના પૃષ્ટ ઉપર પડોદય થએલો અમુક ભાગ જે કાળે બંધાયલો હોય તેને અનુસરીને ત્યાંના કુદરતી દેખાવ–જેવા કે ડુંગરા, પર્વત, ખડક વગેરેનો આધાર હોય છે. કેટલાક પ્રદેશોમાં પર્વતનાં શૃંગો ગોળ, અને કેટલાકમાં બરોબર શંકુ આકારનાં હોય છે. પર્વતની બાજુઓ પણ ક્યાંક ઢોળાવવાળી અને ક્યાંક સીધી ભિંતો જેવી હોય છે. આ કુદરતી દેખાવ તે તે જગાના પડની જાત અને એના બંધાવાના સમય પરત્વે આધાર રાખે છે. જો ચિતારો ભૂસ્તરના જ્ઞાન વગરનો હોય તો તે અમુક જગાનું ચિત્ર દોરતાં તે સ્થળમાં જુદા પ્રકારના દેખાવવાળું ચિતરી પોતાનું અજ્ઞાન ઉઘાડું પાડે! હિમાલય ઉપરના કોઇ દેખાવનું ચિત્ર કાઢતાં ગોળ શિખરોવાળા પર્વતો ચિતરે તો એનું અજ્ઞાન જ જણાઈ જાય. તે સ્થળમાં ન જ થાય એવી વનસ્પતિ ચિતરે તો ચિતારો અબુજ જ કહેવાય. આ વિજ્ઞાન ખેડુતને પણ ઓછા મહત્વનું નથી. અમુક અમુક પદાર્થવાળું પડ અમુક જાતના ખનિજથી ભરેલું હોઈ ત્યાં અમુક જાતના પાક ઘણા સારા અગર માઠા નિપજે છે. આ વિજ્ઞાનવડે ખેડુતને પોતાના ધંધામાં બહુ સહાય મળે છે. નર્યું રેતીનું જ પડ હોય એમાં કોઇ ઘઉં વાવે, અગર ચીકણી કાંપવાળી કાળી જમીનમાં બટાટા વાવે, એ હસવા જેવું, તેમ જ ખોટ અને નાસીપાસી ઉત્પન્ન કરનારું કામ ગણાય. બીજા જ્ઞાનની જોડે ખેડુતને આ વિજ્ઞાનનું જ્ઞાન આવશ્યક છે. **ખાણ ખોદનારને** તો આ વિજ્ઞાનની ખાસ ગરજ છે જ. પૃથ્વીમાં અમુક પદાર્થ ક્યાં મળશે, કેવા કેવા પદાર્થની પડોશમાં અગર ભેળાયલો મળશે એ જાણવું એને જરુરનું છે. ખાણ ખોદતાં ખોદતાં હાથ આવેલું કિંમતી વળું તૂટ પડીને અમુક જગાએથી ખશી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગયું હોય તો આ વળું કેઇ તરફ અને કેટલે છેટે પાછું હાથ આવશે, એ જાણવાને આ વિજ્ઞાનની જરુર છે. એ વિજ્ઞાનનું જેને જ્ઞાન ન હોય તે એ વળું જે બાજુએ ખસી ગયું હોય તે તરફ તપાસ ન કરતાં બીજે જ ફાંફાં મારે એ સંભાવ્ય છે. પણ આ વિજ્ઞાન જાણનાર નિરીક્ષણ કરીને અનુમાન કરી શકે કે આટલે દૂર અને આ દિશામાં શોધ કરતાં એ વળું હોવું જોઇએ. અમુક ધાતુઓ અને અમુક જવાહીરો અમુક જ પડોમાં જડી આવે છે. આ વિજ્ઞાનના જ્ઞાનથી બેનશીબ, આ વાત ન જાણતો હોવાથી એવી ધાતુઓ કે જવાહીર ખોળવાને ગમે તે જગાએ ખોદખાદ કરી પૈસા અને સમયનો વ્યય કરે એ દેખીતું જ છે. આમ **ધાતુઓ શોધનારા** અને **ધમનારાઓને** આ વિજ્ઞાન આશીર્વાદરુપ છે. **મકાન બાંધનાર** કડીઆને આ વિજ્ઞાનની જરુર કાંઇ ઓછી નથી. કોઇ જગાએ કેવો પથ્થર વાપરવો એ સંબંધે જ્ઞાન ન હોવાથી બહુ પસ્તાવું પડે એવી ભૂલ થઇ બેસે એ સંભવિત છે. વિદ્વાનોને પણ આ વિજ્ઞાન ઓછી મદદ કરતું નથી. ભૂતળવિદ્યાના, પ્રાણીવિદ્યાના અને જંતુશાસ્ત્રના અભ્યાસીઓને તેમના અભ્યાસ અંગે આ વિજ્ઞાનનું જ્ઞાન બહુ મદદગાર થઇ પડે છે.

આવા ઉપયોગી અને મનોરંજક વિજ્ઞાનના અભ્યાસ સારુ ઝાઝાં સાધનોની જરુર પડતી નથી. એક તરફ કોદાળી જેવી અણીદાર હથોડી, ભાગેલા પથ્થર ભરવાને ખભે ભેરવાય એવી ખાદીની કોથળી, ખૂણો માપવાનું સાદું યંત્ર, નૈટ્રિક એસીડ એટલે સુરાખારના નરમ તેજાબની ભરેલી નાની શીશી એટલું જ વિશેષે કરીને જરુરનું છે. ગમે ત્યારે આટલું લઇને નિકળી પડયા કે થયું. વળી આ વિજ્ઞાનના અભ્યાસ સારુ બધો વખત ઘરમાં ઘોંઘાઇ રહેવું પડતું નથી. ખૂલ્લી હવામાં ફરવાનું મળે છે. ફરવાથી વ્યાયામ મળે છે, અને સૌથી વધારે તો જગન્નિયંતાની જુદી જુદી સૃષ્ટિરચના નિહાળવાનો અમૂલ્ય લાભ મળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૨)

આ વિજ્ઞાનના કેટલાક પારિભાષિક શબ્દો.

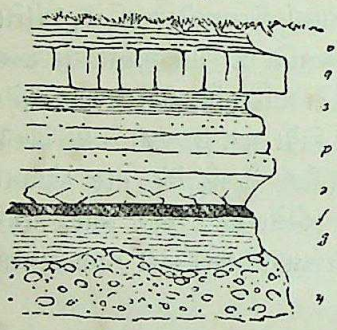
દરેક વિજ્ઞાનમાં તેના પારિભાષિક શબ્દો હોય છે. ભાષામાં તો અમુક શબ્દની શબ્દશક્તિ મર્યાદિત જ હોય છે. પણ વિજ્ઞાનમાં ઘણી વખત અમુક શબ્દને ખાસ અર્થમાં વાપરવામાં આવે છે,–વાપરવો પડે છે. એમ બને છે ત્યારે મૂળ શબ્દશક્તિ કરતાં એના અર્થમાં વધઘટ કે ફેરફાર સુચવાય છે. દાખલા તરીકે અંગ્રેજી શબ્દ "રોક"નો અર્થ ખડક એવો થાય છે; છતાં ભૂસ્તર વિદ્યામાં એ શબ્દનો અર્થ **"પૃથ્વીનો કોઈ પણ ઘટકાવયવ"** એવો સમજવાનો છે. ખાસ અર્થમાં રોક શબ્દ વપરાય છે ત્યારે એ ભૂસ્તર વિદ્યાનો પારિભાષિક શબ્દ ગણાઇ, એનો અર્થ પૃથ્વીનો કોઇ પણ ઘટકાવયવ એવો થાય છે. પછી તે ઘન હોય કે પ્રવાહી હોય, સખ્ત હોય કે ભગરો હોય, તોપણ તેને રોક કહેવામાં આવે છે. આ જોતાં કાદવ, સખ્ત બનેલો કાદવ, સ્લેટ, ચાક, પત્થર એ બધાને રોક કહેવાય. ખનિજ કોયલાની જુદી જુદી જાતો–સઘળાં રુપ, પણ રોક જ કહેવાય.

આપણે બધા જાણીએ છીએ કે પૃથ્વીનું પૃષ્ટ તપાસતાં સપાટીનો કેટલોક ભાગ તો–છેક ઉપરનો–એવો હોય છે કે તેને આપણે સહેલાઇથી ખસેડી શકીએ. આવા ભાગને આપણે **'જમીન'** કહીએ છીએ. જમીનને ખસેડી નાંખીએ તો તેની નીચે એવો ભાગ આવે છે કે તેમાં આપણે ખોદાણ કરવું પડે. આવા ખોદાણ કરવું પડે એવા ભાગને આપણે **'નીચલી જમીન'** કહીશું. પૃથ્વી જે જે પદાર્થની બનેલી છે તેને આપણે પૃથ્વીના **'ઘટકાવયવો'** કહીએ. હવે જો આપણે ખોદાણ કરતા કરતા ઉંડે જતા જઇએ તો પૃથ્વીના ઘટકાવયવોની રચનાના બે ભેદ જોવામાં આવે છે. કેટલોક ભાગ તો ક્ષિતિજ સમસુત્ર પડોના રુપમાં હોય છે; અને વળી કેટલોક ગઠ્ઠા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જેવો એટલે કે પડ જેવી રચના વગરનો હોય છે. અમૂક ઉંડાઇ સુધી ખોદતાં અમૂક જ જાતના ઘટકાવયવો જણાઇ, વધારે ખોદીએ તો વળી જુદી જ જાતના પદાર્થો દૃષ્ટિગોચર થાય છે. બે, ચાર, પાંચ દસ હાથ કે ગમે તેટલી જાડાઇનો એક થર પૂરો થાય કે એની નીચેનું પડ વળી બીજા જ પદાર્થનું જણાય છે. કાળી માટી, બીજા રંગની માટી, કાંકરી, કાંકરા, રેતી, એમ જાણે જુદાં જુદાં પડ પાથર્યાં હોય એવી રચના સહજ જોતાં જ જણાઇ આવે છે. આ પ્રમાણે પડવાળી –પડબંધ રચના અને બીજી રચના જેને બંધાયલાં પડોને અભાવે આપણે પડરહિત રચના કહીશું તે, એમ પૃથ્વીના ઘટકાવયવોની રચનાના બે મોટા ભેદ પડે છે. પાસેના ચિત્રમાં જોવાથી અમારા કહેવાની યથાર્થતા સહજ ખ્યાલમાં આવશે.



પડબંધ રચના. આ. ૧

દરેક પૃચ્છક બુદ્ધિવાળા મનુષ્યને લાગે જ કે પૃથ્વીમાં આમ જુદા જુદા પદાર્થનાં જુદાં જુદાં પડ કેમ હશે? એકને એક સરખા જ પદાર્થો એક જગાએથી કેમ નહિ મળતા હોય? કાળી માટી–રેતી–પીળી માટી–કાંકરા–કાંકરી, એમ એક પછી એક, જુદું જુદું કેમ, અને શી રીતે પડરુપ બન્યું હશે.

પૃથ્વી ઉપર દરેક સ્થળે જોતાં ફેરફાર થએલો માલમ પડે છે. જો તમે જેસલમેર કે બિકાનેર જેવા રેતાળ પ્રદેશમાં મુસાફરી કરી હશે તો તમને પરિચિત હશે કે ત્યાં નિરંતર થતા ફેરફારને લઇને મુસાફરી કરવી દોહ્યલી થઈ પડે છે. ત્યાં રસ્તો યાદ રાખવો એ સહેલું નથી. આજે ગયા ત્યારે જે જગાએ રેતીના મોટા ઢગલા જોયા હોય ત્યાં થોડા દિવસ પછી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બીજીવાર આવતાં તે દૃષ્ટિગોચર થતા નથી. જમીન સપાટ બની ગઈ હોય છે, અગર મોટા ખાડા પડી ગયા હોય છે. મોટા ખાડા જોયા હોય ત્યાં વખતે રેતીના ઢગલા જ નજરે પડે છે; અને ખાડાનું નામ નિશાન પણ જણાતું નથી. આમ સપાટ રેતાળ પ્રદેશમાં નિરંતર થયાં જ કરે છે. પૃથ્વીના પૃષ્ટ ઉપરના આવા ફેરફાર માત્ર રેતાળ પ્રદેશમાં જ થાય છે એમ નથી. એક જગાએથી જમીન ધોવાઈ જાય છે, અને બીજી જગાએ પથરાઇ ખાડા હોય તો પૂરાઈ જાય છે. હિમાલય જેવા ઉંચાં ઉંચાં હિમાચ્છાદિત શિખરોવાળા પર્વતો એક કાળે હયાતીમાં જ નહોતા. હિમાલય છે તે જગાએ કોઇ મહાસમુદ્ર રાત્રિ દિવસ પોતાનું ઘૂ ઘૂ ઘૂ ગાન કરી રહ્યો હતો. રજપૂતાના, જ્યાં હાલ વિશાળ નગરીઓ આવી રહી છે તે પ્રદેશ એક કાળે સમુદ્ર નીચે ઢકાયલો હતો. હાલ જ્યાં અરબી સમુદ્ર ઘૂમી રહ્યો છે ત્યાં ફળદ્રૂપ જમીન હોઇ આપણો હિંદુસ્તાન એક કાળે આફ્રીકા સાથે સંધાયલો હતો. આ પ્રમાણે નિરંતર જળને સ્થાને સ્થળ અને સ્થળને સ્થાને જળ, એમ બન્યાં જ જાય છે. ભૂસ્તરવિદ્યા વડે આપણે પૃથ્વીના પૃષ્ટની હાલની હાલત તેમ જ તેનો પૂર્વકાળનો ઇતિહાસ અને તેમાં થતા અને થએલા ફેરફારો જાણી શકીએ છીએ એ કહ્યું, પણ એ ફેરફાર કેમ થાય છે? જો ભૂકવચમાં ફેરફાર કરનારાં કારણો અસ્તિત્વમાં હોત નહિ, તો આવો ફેરફાર પણ હોત નહિ. એમ હોત તો તો પંછી કશું કહેવાનું રહેત જ નહિ. સૂર્યથી વિમુખ થઇ છૂટી પડી તે વખતે પૃથ્વી હતી તેવી ને તેવી હાલ પણ હોત. ફેરફાર કરનારાં કારણો—**ઉપાધિયો**ને અભાવે ભૂકવચની રચના, તેના ઘટકાવયવો, તેની ઉપર ઉદ્ભવતી વનસ્પતિ અને વસતાં પ્રાણીમાત્ર પરાપૂર્વથી હતાં તેવાં ને તેવાં જ રહ્યાં હોત; પણ વસ્તુતઃ તેમ નથી.

જે ક્ષણથી મધ્યોત્સારી ગતિને લઇને સૂર્યથી છૂટી પડીને પોતાના સાડીત્રેવીસ અંશ ઝૂકેલા કાલ્પનિક અંશ ઉપર પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ દૈનિક ગતિમાં ચક્કર ચક્કર ભ્રમણ કરતી પૃથ્વીએ સૂર્યની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રદક્ષિણાનો આરંભ કર્યો તે ક્ષણથી જ તેના પૃષ્ટપર ફેરફાર થવાનો પણ આરંભ થયો છે. પૃષ્ટ ઉપર તેમ જ તેની ઉપરનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિમાં થતો ફેરફાર ત્યારથી જ સતત ચાલુ છે અને રહેશે. આકાશી પદાર્થ તરીકે અવકાશમાં ઘૂમતી પૃથ્વી પોતાના દૈનિક ભ્રમણને લીધે, એની સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરવાની વાર્ષિક ગતિને લીધે, એના પોતાના આંશના ત્રાંસાપણાને લીધે થતા ઋતુભેદને લીધે, એને મળતી સૂર્યની ગરમીમાં વધઘટ થાય છે તેને લીધે, જે બર્સે ત્રણસેં મૈલના વાતાવરણથી પોતે વેષ્ટિત છે તે વાતાવરણમાં ઉત્પન્ન થતા પવન અને તોફાનોને લીધે, એની ઉપર વાતાવરણમાંથી પડતા વર્ષાદને લીધે, પૃષ્ટપર આવી રહેલા ગગનચુમ્બી શિખરો પર થતા બરફ અને તે બરફના સમુદાયવડે બનતાં બરફનાં વહનોને લીધે, જુદા જુદા પદાર્થોમાં ઓછીવત્તી રસાયનિક પ્રીતિ હોવાથી થતા રસાયનિક સંયોગોને લીધે, તેમ જ એવાં એવાં અનેક કારણોને લીધે,—જો ભૂસ્તર-વિદ્યાનો ખાસ શબ્દ વાપરીએ તો—આવી ઉપાધિયોને લીધે, નિરંતર ફેરફારનો જ ભોગ થઈ પડી છે.

તમે કહેશો કે અમે તો નાનપણથી જ પૃથ્વીને જેવી દીઠી છે તેવીને તેવી જ દેખીએ છીએ. ખરું છે, એ બધા ફેરફાર આપણે સહેલાઇથી જોઈ શકતા નથી. માણસનું જીવતર બહુ જ ટુંકું છે. વેદમાં વર્ણવેલું સો વર્ષનું આયુષ્ય પણ કોઈક વિરલા જ ભોગવવાને ભાગ્યશાળી બને છે. પણ સો વર્ષનો સમય તે આવા ફેરફારો દૃષ્ટિ-ગોચર થવા કાજે છેક તુચ્છ લંબાઇનો છે. ભૂસ્તરમાં વર્ણવેલા ફેર-ફારનાં તો લાખે લેખાં થાય છે. માણસનું વધારેમાં વધારે લાંબુ આયુષ્ય પણ એ હિસાબમાં કેટલું ટુંકું અને અલ્પ છે એનો ખ્યાલ સહેજ આવે એમ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

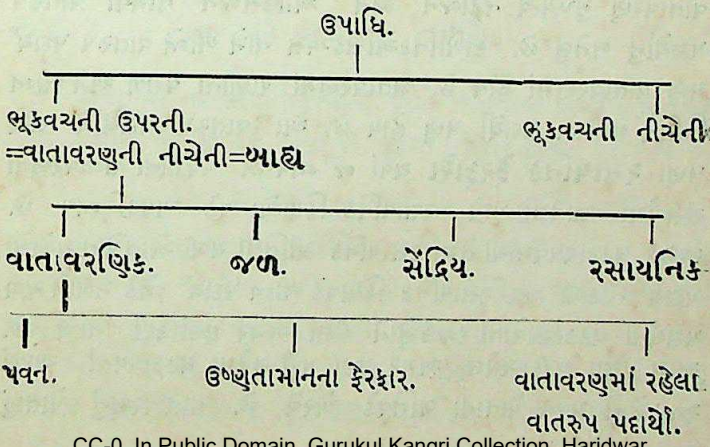
(૩)

ઉપાધિયો.

ફેરફાર કરનારાં કારણો–ઉપાધિયોનું વર્ગીકરણ થઈ શકે છે. કેટલીક ઉપાધિયો પૃથ્વીના પૃષ્ટ ઉપર અને વાતાવરણની નીચે જ ફેરફાર કરવામાં કામે લાગેલી છે. ત્યારે વળી બીજી ઉપાધિયો ભૂકવચની અંદર પૃષ્ટની સપાટીની નીચે પોતાનું કાર્ય કર્યે જાય છે. આ ગોઠવણ પ્રમાણે ઉપાધિયોના (૧) વાતાવરણ નીચે કાર્ય કરનારી અને (૨) ભૂકવચની નીચે કાર્ય કરનારી એમ બે મોટા વર્ગ પડે છે.

પ્રથમ પહેલા વર્ગની એટલે વાતાવરણની નીચે કાર્ય કરનારી પૃથ્વી ઉપરની **બાહ્ય** ઉપાધિયોને અંગે બોલીશું.

એ વર્ગમાં **વાતાવરણ, જળ, સેંદ્રિય** અને **રસાયનિક** એ ઉપાધિયોનો સમાવેશ થાય છે.



CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પૃથ્વીની ગતિ અને વાતાવરણમાં થતા ઉષ્ણતામાનના ફેરફારને અંગે **પવન** થાય છે. ઓછીવત્તી ગતિવાળા **પવનને** લીધે રેતી, ધૂળ, માટી વગેરે એક જગાએથી ઉડી બીજી જગાએ પથરાય છે. ગુજરાત જેવા દેશમાં રહેનારને પવનને લીધે પૃષ્ઠમાં શા ફેરફાર થાય છે તેનો ખ્યાલ આવવો મુશ્કિલ; પણ જો રેતાળ પ્રદેશમાં કે રેતીના રણમાં જોઇએ તો એનો સાક્ષાત્કાર થાય છે. આજે જ્યાં રેતીનો મોટો ટેકરો હોય ત્યાં કાલે કશું એ ન મળે! આજે જ્યાં ઉંડો ખાડો હોય ત્યાં કાલે પૂરાઇને સપાટ પ્રદેશ થઇ ગયો હોય, કે વખતે રેતીનો ઢગ જ બની ગયો હોય! યૂરોપમાં છેક જર્મનીથી માંડીને એશિયામાં ચીન સુધીના વિસ્તારમાં આવેલું પીળી માટીનું પડ આમ પવન વડે જ પથરાયું છે. ચીનમાં તો આમ પવનથી ઉડીને પથરાયલા પડની જાડાઈ કોઇ કોઈ જગાએ ૧૫૦૦ થી ૨૦૦૦ ફીટ સુધીની છે. ગોબીનું રણ, સહરાનું રણ અને રજપુતસ્થાનનાં નાનાં રણોમાં પણ આવા ફેરફાર દૃષ્ટિગોચર થાય છે.

પૃથ્વીના ગોળાની ચોતરફ બસેં ત્રણસેં મૈલ જાડાઈના વિંટાલાયલા હવાના પડને **વાતાવરણ** કહે છે, એતો તમે જાણો છો. એ વાતાવરણ મુખ્યત્વે નૈટ્રોજન અને ઓકિસજન નામના વાતરુપ પદાર્થોનું બનેલું છે. કાર્બોનિકએસિડગ્યેસ નામે બીજો વાતરુપ પદાર્થ પણ વાતાવરણમાં હોય છે. વાતાવરણમાં પાણીની વરાળ અને બીજા વિવિધ વાતરુપ પદાર્થો પણ હોય છે. આ વાતરુપ પદાર્થોને લીધે ઘણા **રસાયનિક ફેરફારો** થયાં જ જાય છે. પર્વતોનાં વાતાવરણના સંસર્ગમાં આવેલાં પૃષ્ટો રસાયનિક ક્રિયાઓ વડે ખવાઈ જાય છે. અમુક ઘટકાવયવમાંથી તેમાં રસાયનિક પ્રીતિથી મળી ઓતપ્રોત થએલો પદાર્થ નીકળી જઈ રસાયનિક ક્રિયાવડે બીજા પદાર્થ જોડે મળીને મૂળ પદાર્થના ઘટકાવયવોનાં રજકણોને ઢીલાં અગર છૂટાં કરી નાંખે છે. આમ ઢીલા પડી ગયેલા અગર છૂટા પડી ગયેલા ઘટકાવયનાં આવાં રજકણોને પવન પોતાની ગતિવડે ખેરવે છે. વાતાવરણનું પોતાનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉષ્ણતામાન પણ કાંઇ સતત એકધારું રહેતું નથી. ઋતુમાન અને રાત્રિદિવસને લઈને ઉષ્ણતામાનમાં વધઘટ થઈ ફેરફાર થયાં જ જાય છે. વળી ગરમીને લીધે પદાર્થ ફુલી તેનું કદ વધે છે: તે જ પદાર્થ ગરમી જઈને ઠંડક થવાથી પાછો સંકોચાઇ કદમાં ઘટે છે. આમ બને છે ત્યારે પદાર્થની અંદરના સંબંધાકર્ષણમાં પણ ફેરફાર થાય છે. સંબંધાકર્ષણ ઓછું થએલા પદાર્થો સહજમાં, પવનના સહજ ઝપાટા વડે ખરી પડી વસ્તુતઃ પૃથ્વીના પૃષ્ટમાં ફેરફાર કરે છે. વાતાવરણમાં રહેલી પાણીની વરાળ પણ ઉષ્ણતામાનના અમુક ફેરફાર વડે રુપાન્તર થઇને પ્રવાહીરુપ ધારણ કરે છે. પૃષ્ટની ફાટો વગેરે જગામાં આમ પ્રવેશી ગએલું પાણી વિશેષ ઉષ્ણતામાન ખોવાથી ઘનીભૂત થઇ, બરફ બને છે. પાણીનો બરફ થતાં તેનું કદ વધે છે. આમ હોવાથી ફાટો વગેરેમાં ભરાઈ ગએલી વરાળ, પાણી અને બરફમાં રુપાન્તર પામી તે પદાર્થના સંબંધાકર્ષણમાં ઘણો ઘટાડો કરે છે અને પરિણામે પવન એને ખેરવી શકે છે.

જળ ઉપાધિ

વર્ષાદ. | ઝરા અને વહનો. | નદીઓ. | સમુદ્ર.

જળ એ બાહ્યઉપાધિયોમાંની એક બળવાન ઉપાધિ છે. આ જળ ઉપાધિ અનેક રુપે પૃથ્વીના પૃષ્ટમાં નિરંતર ફેરફાર કર્યે જાય છે.

વાતાવરણમાં ઓકિસજન, નૈટ્રોજન, કાર્બોનિકએસિડગ્યેસ, અને એવા બીજા વાતરુપ પદાર્થોના અસ્તિત્વ સંબંધી તો આપણે જાણીએ છીએ. પાણીમાં એવા વાતરુપ પદાર્થોને શોષવાનો ગુણ હોઈ વર્ષાદનું પાણી આવા વાતરુપ પદાર્થો ભળેલું હોય છે. ભેજની સાથે મળી આવા પદાર્થો ભૂકવચના કેટલાક ઘટકાવયવોની જોડે–તેમની વચ્ચેની રસાયનિક પ્રીતિને અનુસાર–રસાયનિક સંયોગ કરે છે. રસાય-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નિક સંયોગ થતાં મૂળ પદાર્થના ઘટકાવયવોમાં રુપનો, રંગનો અને કદનો ફેરફાર થઇ નવા પદાર્થો બને છે, અને પરિણામે પૃષ્ટમાં ફેરફાર થાય છે.

વર્ષાદ પડવાથી પણ ઘણો ફેરફાર થાય છે. પાણીવડે પલળવાથી પદાર્થો વચ્ચેના સંબંધાકર્ષણમાં વધઘટ થાય છે. કોઇ કોઇ પદાર્થો તો સંબંધાકર્ષણ છેક ઘટી જવાથી વર્ષાદના પડતા પાણીના સપાટાથી જ વિખરાઈ જાય છે. જમીન નરમ થવાથી પહાડોની કરાડોને કરાડો નીચે ધસી પડીને ખિણોમાં પથરાઇ જાય છે. વળી વર્ષાદનાં પાણી બખોલો, કાંણા અને પડેલી ફાટો વગેરેમાં ભરાઈ જાય છે. પોતાની અંદર શોષેલા વાયુરુપ પદાર્થો વડે રસાયનિકસંયોગ થવામાં સહાયભૂત થાય છે, એટલુંજ નહિ, પણ શિયાળા સુધી ભરાઇ રહી એ ઋતુમાં એનો બરફ થવા જેવું ઉષ્ણતામાન હોય ત્યાં તેનો બરફ થઇ જાય છે. બરફ થાય ત્યારે પાણી ફુલે છે, એટલે કદમાં વધે છે. આવા ફુલવાથી, કદમાં વધવાથી ઉત્પન્ન થતા બળનો ખ્યાલ સહજમાં આવી શકે એમ નથી. પણ જ્યારે આપણે જોઇએ છીએ કે બરફ બનતાં ઉત્પન્ન થયેલા બળ વડે પર્વતનાં શિખરો, મોટી મોટી ગદાઓ, શીલાઓ, ગચ્છાં અને પથરાઓ પોતાની જગાએથી હચમચી જઈ ઉખડી જાય છે, ત્યારે જ એ અતુલ બળનો ખ્યાલ આવે છે. બરફ પીગળવાની સાથે તેઓ ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે તૂટી પડે છે. કેટલાકને તો પાણી પોતાની જોડે જ વહેવડાવી લાવે છે. આમ **વર્ષાદ, બરફ, બરફનાં અને પાણીનાં વહનો** આમ ઉંખડેલા પદાર્થોનો ઘણો મોટો જથ્થો ઉંચી જગાએથી લાવી નીચાણમાં પાથરે છે. ધારવાળા નાના પથરા, કાંકરા અને ગચ્છીઆં વગેરે ઉપર બરફ પડવાથી તેઓ બરફને તળીએ બરફમાં ચોંટી જાય છે. બરફ ઉપર વળી બીજો બરફ પડે છે. એમ બરફનો ભાર વધી જવાથી ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે તે બધો બરફ સરવા માંડે છે. બરફનું વહન–ગ્લેસિયર–આમ અસ્તિમાં આવે છે. પોતાને તળીએ સજ્જડ ચોંટેલા પદાર્થો વડે પોતાના પાત્રને અને તેમાં રહેલા પથરાઓને ધસીને સાફ લીસા કરતાં સતાં આવાં **બરફના વહનો** ધીરે ધીરે નીચે સરે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

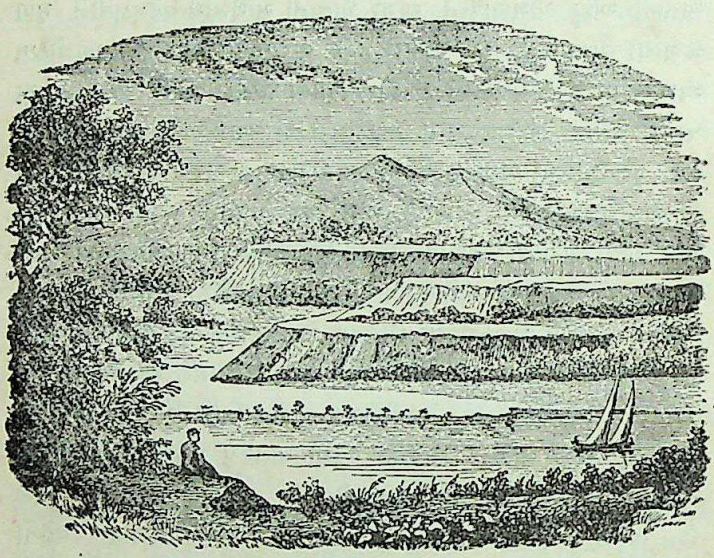
સરતાં સરતાં ઋતુમાનના ફેરફારને લીધે અગર હિમરેષાની નીચે આવી પહોંચવાને લીધે બરફ પીગળી પણ જાય છે. બરફનું મટીને વહન પાણીનું બની નીચે વહી જાય છે પણ જ્યાં બરફ પીગળી જાય છે ત્યાં તળીએ ચોંટીને મુસાફરીમાં જોડે આવેલા પથરા કાંકરા વિગેરેની ઓળોની ઓળો જમીન પર પડી રહે છે.

નદીઓ, નાળાં, વહેળા તેમ જ પૃષ્ટપર વહેતા **ઝરા** પદાર્થોને પોતાની અંદર પીગળાવીને, અગર પોતાની સાથેસાથે વહેવડાવીને મૂળ જગાથી મૈલના મૈલ દૂર ધસડી જાય છે. નદીના મૂળ આગળ મોટા, આગળ જતાં તેનાથી નાના, એમ નાના થતાં થતાં છેક ઝીણા પદાર્થો તો સેંકડો મૈલ સુધી ધસડાઇ જઈ આખરે ક્ષિતિજ સમસુત્ર પડો રુપે પાત્રમાં પથરાય છે. એકાદ સરોવર વચ્ચે આવ્યું તો તે પણ દિવસાનુદિવસ પૂરાતું જાય છે. જેમાં થઈને પાણી વહી જતું ન હોય એવાં સરોવરો, તળાવો અને તળાવડાંઓ પણ એમાં ભરાયલા પાણીના બાષ્પભવનને લીધે સુકાવાથી અને તેમાં રહેલો મળ–કચરો–રફતે રફતે પથરાવાથી કાળક્રમે પૂરાઇ જાય છે. નદીઓ જે પદાર્થોને પોતે ધસડી લાવી સ્થળાન્તર કરી પોતાના પાત્રમાં પાથરે છે તેમાંના કેટલાક તો એણે પોતે જ તેમની મૂળ જગાએથી ખોદેલા–ઉખાડેલા હોય છે. નદીના વહેતા પાણીમાં રહેલા વાતરુપ પદાર્થો પણ તેમના સંસર્ગમાં આવતા પદાર્થોને પીગળાવે છે. નદીના વહનથી પણ ખોદાણ થાય છે એ તો જાણીતું છે. નદી અગર વહેળાના વહેતા પાણીના વેગ, તેમનો જળસમૂહ, અને તેમનાં પાણીમાં રહેલા નાના મોટા, અગર ધારદાર કે લીસા જળમળ ઉપર એ નદી અગર વહેળો કેટલું ખોદાણ કરે તેનો આધાર છે. વળી જે જાતની જમીનપર થઇને વહેતાં હોય તે જમીનની જાત ઉપર પણ ખોદાણ વત્તું ઓછું થવાનો આધાર છે. કાર્બોનિકએસિડગ્યેસ જેમાં વિશેષ પીગળેલો હોય એવાં પાણીવાળી નદીઓ જો ચુનાના પથરાના પાત્રમાં વહેતી હોય તો તે પોતાના પાત્રને પીગળાવતી થકી વહે છે. સખ્ત પાત્રમાંથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વહેતી નદીઓ આજુબાજુના કિનારાનું ખોદાણ કરે છે. નરમ અને પોચાપાત્રવાળી નદીઓ દિવસે દિવસે પાત્રના ઘસાવા કે ખવાવાથી **જમીનમાં ઉંડી ઉતરતી જાય છે.** આમ બનતાં નદી જુનાં પાત્ર તજી ઉંડીને ઉંડી ઉતરતી હોવાથી જુનાં પાત્રો ચઢઉતર પગથીઆં જેવો દેખાવ ધારણ કરે છે. **આ. ૨** માં જુનાં પાત્રોના દેખાવ સહિત અમેરિકાની એક નદીનું દશ્ય આપ્યું છે. નદીના વહેણમાં કવચિત



આ. ૨ નદીનાં જુનાં તજેલાં પાત્રો.

ઘણો સખ્ત પ્રદેશ આવી જાય છે. એમ બને છે ત્યારે ત્યાં નદી સાંકડી થઇ અને સખ્ત પદાર્થની આગલી પાછલી નરમ જમીનમાં ખાડા પડી તે વધારે ઉંડા થઈ ત્યાં ધોધ બને છે. આ પ્રમાણે નદીઓ, વહેળાઓ અને ઝરા પોતે જે પર્વતમાંથી નિકળે છે તેમાંના પદાર્થ ખોદી પોતાની જોડે ઘસડી જઇ પર્વતનો ક્ષય કરે છે. હિમાલય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જેવા મહાન ધણી પુત્રીઓના પિતાની દશા આવી બને છે. દિકરીઓ–નદીઓ–પોતાના પિતાને ત્યાંથી લેવાય તેટલું લઇ, રસ્તે ખર્ચ કરતી સતી, છેવટે પોતાને ઘેર–સમુદ્રમાં પણ ઘણું લઇ જઇને ભરે છે. દુનિયાંનો વ્યવહાર જ આવો છે !

આ તો અમે ભૂકવચ ઉપરની–પૃથ્વીના પૃષ્ટની વાત કરી. પણ જેવી રીતે પૃષ્ટ ઉપર તેવી જ રીતે ભૂકવચની અંદર પણ નદીઓનાં અને ઝરાનાં વહેણ હોય છે. અને એ બધાં પણ એ જ પ્રમાણે ભૂકવચમાં નિરંતર ફેરફાર કર્યે જાય છે. કેટલાક ઝરા પૃષ્ટપર નિકળી આવી સતત વહે છે. વળી કેટલાક અમુક મુદત વહી અમુક મુદત બંધ પડી વળી પાછા વહેવા માંડે છે. આ પ્રમાણે જુદાં જુદાં કાર્ય કરતી જળ ઉપાધિ ભૂકવચમાં જબરી ફેરફાર કરનારી ઉપાધિ છે.

જુદાં જુદાં રુપવાળી સઘળી જળ ઉપાધિયોમાં **સમુદ્રની અસર** બહુ જ વધારે થાય છે. કારણ કે સમુદ્રનો વિસ્તાર ઘણો જ મોટો છે. નદી નાળા કરતાં એનાં મોજાં અને વહનો બળવત્તર હોઇ તેઓ રાત્રિદિવસ કિનારાપર ફેરફાર કરે છે. તેઓ પદાર્થોને પોતાની જગાએથી ઉખાડે છે, પીગળાવે છે, ઉખાડેલાને ઘસડી જાય છે અને તેમને પોતાના અંગમાં–પોતાને તળીએ ક્ષિતિજ સમસૂત્ર પાથરે છે. કિનારાને ખાતો ખાતો સમુદ્ર જમીન પર ઘસ્યો આવે છે. આવી ક્રિયાથી દર વર્ષે તે ઘણી જમીનની માલીકીનો પોતે કબજો લઇ લે છે ! જ્યારે કિનારાની આવી વલે થતી હોય છે ત્યારે નરમ–નબળો હોય એનો મરો પ્રથમ થાય છે. જબરા–સખ્ત પદાર્થો ટકી રહે છે, અને દ્વીપ-કલ્પ અને આખરે દ્વીપ–બેટ બને છે. કોઇ કોઈ જગાએ જમીન ઘસાઇ ઘસાઇને થાંભલા અગર મિનારા જેવી જમીન રહી જાય છે. જમીન ઉપરથી દરીઆમાં આવેલા પદાર્થો પ્રથમ મોટા, પછી નાના એમ અનુક્રમે કિનારાથી દરીઆમાં પચાસથી દોઢસો દોઢસો મૈલ સુધી ક્ષિતિજ સમસૂત્ર પથરાઇને તેનાં પડ બંધાય છે.

આ પ્રમાણે વર્ષાદ, ઝરા, વહેળા, નદીઓ અને સમુદ્રરુપે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જળઉપાધિ ભૂકવચને ખોદવામાં અને ખોદી કાઢેલા પદાર્થોને પુનઃ પાથરી પડ બનાવવામાં સતત રોકાયલી હોય છે.

સેન્દ્રિય ઉપાધિયો.

- વનસ્પતિ.
  - જમીનપર ઉગતી.
  - પાણીમાં થતી
- પ્રાણીઓ
  - છીપોવાળાં પ્રાણીઓ
    - ફોરામિનિફેરા
    - રેડિયોલેરીઆ.
  - પરવાળાનાં જીવડાં

ભૂકવચમાં ફેરફાર કરનાર ઉપાધિયોનો એક વર્ગ **'સેંદ્રિય'** કહેવાય છે. 'સેંદ્રિય' કોને કહે છે એ જાણવું જોઇએ. સેંદ્રિયના કેટલાક આવશ્યક ધર્મ છે. બહારથી ખોરાક મેળવવો, તે ખોરાકનું પોતાના અંગમાં એકીકરણ કરવું, પોતે વૃદ્ધિ પામવું–મોટાં થવું, પોતાની જ જાતની બીજી વ્યક્તિ પેદા કરવી અને મરી જવું; આ એ ધર્મો છે. એવા ધર્મ જેનામાં હોય તેને જીવવાન અગર સેન્દ્રિય કહે છે. વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓને આ વર્ગમાં સમાવેશ થાય છે, એટલું જ નહિ પણ જીવવાનથી ઉત્પન્ન થએલા પદાર્થને પણ સેન્દ્રિય પદાર્થ કહ્યા છે. બકરી એ સેન્દ્રિય છે એટલુંજ નહિ પણ તેનું ચામડું, હાડકાં અને એની લીંડીઓ એ પણ સેન્દ્રિય છે. આમ સેન્દ્રિય પદાર્થના અવશેષ તેમ જ તેમનાથી ઉત્પન્ન થએલા પદાર્થોનો પણ આ નામમાં સમાવેશ થાય છે.

એ વર્ગની એટલે 'સેન્દ્રિય' ઉપાધિયોમાં પ્રથમ અમે વનસ્પતિ સંબંધે કહીશું.

વનસ્પતિ જ્યારે મરી જાય છે ત્યારે એનું અંગ–લાકડાં–અવશેષ ભૂકવચપર પડરુપે બંધાવાને લઇને તેમાં એટલે ભૂકવચમાં ફેરફાર થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂકવચ ઉપર ધાઢ જંગલો જોવામાં આવે છે. એવાં ગીચ જંગલોમાં કોઇ પ્રવેશ યે કરતું નથી: ત્યાં મરી ગયલી વનસ્પતિને કોઇ તેની જગાએથી ખસેડતું યે નથી. એ જ્યાં ઉગી હોય ત્યાં ને ત્યાં સુકાય છે. વળી ત્યાં બીજી વનસ્પતિ ઉગે છે. એનો અંત પણ એવી જ રીતે આવે છે. આ પ્રમાણે વનસ્પતિથી ભરચક વનોનાં વનો દટાઇ, તેમના પોતાના ભારથી દબાઇ, કાળે કરીને તેમાં ફેરફાર થઇને તેનાં પડ બંધાય છે. આના ઉદાહરણ તરીકે ખનિજ કોયલાનાં પડ પૃથ્વી પર મોજુદ છે. શરુવાતમાં વનસ્પતિ મરી જઈને ત્યાં ને ત્યાં ઉભી રહે છે, અગર પડી જાય છે. બીજી વનસ્પતિની પણ એ જ દશા થાય છે; એમ થતાં થતાં પેલી મરેલી વનસ્પતિ દટાતી જાય છે. દબાણ, ભેજ અને ગરમીને લઇને તેનામાં ફેરફાર થતો જાય છે. દટાયલી વનસ્પતિ પ્રથમ તો 'પીટ'નું રુપ ધારણ કરે છે. પીટ એ પોચો વાદળી જેવો મરેલી વનસ્પતિનો જથ્થો છે. એની બનાવટમાં વનસ્પતિ પોતાના મૂળરુપમાં જણાય છે. ગરમી, દબાણ અને બીજાં કારણોને લઇને પીટમાં રસાયનિક ફેરફાર થઇ તે બીજું રુપ ધારણ કરે છે. એનાં એ જ કારણોને લઈને એ બીજું રુપ પણ બદલાઇ જઈ વળી નવું રુપ ધારણ કરતાં કરતાં છેવટે ખનિજ કોયલો બને છે. દબાયલી વનસ્પતિ ખનિજ કોયલાનું રુપ કેવી રીતે ધારણ કરે છે અને તે બનતાં વચ્ચે એનું રુપાન્તર કેવું કેવું થાય છે તેનું વિશેષ વર્ણન આગળ યોગ્ય સ્થળે કરીશું. અહીં તો માત્ર એટલું જ કહેવું પૂરતું છે કે આવાં કોયલાનાં–એટલે વનસ્પતિનાં પડનાં પડ બંધાઇને તેનાથી ભૂકવચમાં ફેરફાર થયો છે. કેટલીક વનસ્પતિ પાણીમાં ઉગે છે. આવી વનસ્પતિ છિછરા તળાવના કિનારાની પાસે ઉગી, વધતી વધતી તળાવના મધ્ય ભાગ તરફ ફેલાય છે; અને રફતે રફતે એ વનસ્પતિના વાદળી જેવાં પડ બંધાઇ આખા તળાવની સપાટીને છાઇ નાંખે છે. આવી વનસ્પતિ એવી ગીચ હોય છે કે, એની નીચે પાણી છે એ સહેલાઇથી જણાતું ન હોવાથી, પ્રાણીઓ અને વખતે મનુષ્યો ધરાધરી એ જમીન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જ છે એમ ધારી, એના ઉપરથી ચાલવા જતાં એમાં ડુબી જઇ નીચે આવેલા પીટનાં પોચા કલણવાળાં પડોમાં કળી જાય છે. કાળે કરીને જ્યારે આ પડો સુકાઈ જાય છે ત્યારે વખતે એમાં ખોદાણ કરતાં તેમાં દટાયલાં પ્રાણી વગેરે કહોયા વગર સારી હાલતમાં અણીશુદ્ધ મળી આવે છે. કોઇ કોઈ વખત તો દટાયલા પ્રાણીની ચામડી અને ચામડી ઉપરના વાળ ધરાધરી સચવાઇ એવાને એવા રહેલા હોય છે !

આયર્લાંડમાં આવી કલણવાળી જમીન પુષ્કળ છે. ત્યાંની આવી કલણવાળી જમીનમાંથી 'એલ્ક' જાતનાં પ્રાણીઓનાં શરીર મળી આવ્યાં છે. આ જનાવરો પૂર્વકાળમાં આયર્લાંડમાં થતાં. આયર્લાંડના અસ્તિત્વ સંબંધી મનુષ્ય જાતને ખબર પડયાની પૂર્વે ઘણા કાળથી પ્રાણીની આ જાતનું પૃથ્વીપરથી નખોદ ગયું છે. તાત્પર્ય એ કે એઓ **અસંખ્ય** વર્ષો પૂર્વે દટાયલાં હોવાં જોઈએ. વિષુવવૃત્તમાં આવેલા દરીઆના સપાટ કિનારા ઉપર ખારાપાણીમાં મેંગ્રોવ નામનાં ઝાડવાંનાં ઝૂંડનાં ઝૂંડ ઉગે છે. એમને લીધે એવા કિનારા ઉપર એનાં જંગલો પથરાઇ રહે છે. એવાં જંગલોને લીધે ખાડીઓ અને ઉપસાગરો ધરાધરી પૂરાઇ જાય છે. આ જંગલો એવાં તો ઘટ્ટ હોય છે કે જમીન પરથી દરીયામાં આવતાં પાણીમાં ધોવાઇને આવેલી રેતી, કાંપ અને બીજી વનસ્પતિ વગેરે ત્યાં રોકાઇ રહેવાથી સમુદ્રમાં જઇ શકતી નથી, એટલું જ નહિ પણ કાળે કરીને ત્યાં જમીન બંધાય છે, અને સમુદ્ર હઠતો હઠતો આઘો જઇ કિનારા-પરની નવી જમીનનું ખોદાણ કરતો અટકે છે. ફ્લોરિડાના કિનારા ફરતી આવાં જંગલોવાળી કલણની જગા પાંચથી વીસ માઇલ જેટલા વિસ્તારવાળી બની ગઇ છે.

આવી રીતે વનસ્પતિથી બંધાયલાં ઇન્ફ્યૂઝોરિયા, ડાયાટમ અને ત્રિપોલી જાતની માટીનાં પડ વિખ્યાત છે. આ પડો સૂક્ષ્મિક વનસ્પતિના અવશેષનાં બનેલાં છે. જુનાં તળાવોમાં અને વખતે સમુદ્રમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ આવાં પડ મળી આવે છે. આ વનસ્પતિયોની પોતાના અંગમાં સિલિકા–ચકમક–ઉત્પન્ન કરવાની શક્તિ જાણીતી છે. જ્યારે આવી વનસ્પતિ મરી જાય છે, ત્યારે એમના અંગમાંનો ચકમક જે પાણીમાં એ ઉગી હોય તેમાં ઝીણી રેતી રુપે તળીએ જઈને બેસે છે. જ્યારે એ સુકાય છે ત્યારે તેનાં સુક્કા ઘાસના રંગનાં અગર ઝાંખા તપખીરીઆ રંગનાં પડ બને છે. આવાં પડોમાં સેંકડે નેવુથી સત્તાણુ ટકા જેટલો ચકમક હોય છે. બ્રિટનમાં પીટનાં બંધાયલાં પડની નીચે કવચિત કવચિત આવાં ચકમકની રેતીનાં પડો જણાય છે. અમેરિકાના વર્જિનિયાના રિચમંડ નામના સ્થળમાં આવું પડ છે તે ત્રીસ ફીટ જાડું છે. તેમ જ બોહિમિયામાં બિલિન નામના સ્થળે આવું ઘણું ઉપયોગી પડ છે, એ ઘણા કાળથી જાણીતું છે. દક્ષિણ મહાસાગરનું એ ભાગમાં આવેલું તળીયું આવા અવશેષથી છવાયલું છે. ત્યાં એમાં ચકમકની રેતી, ચકમકની રેતીવાળાં બીજા રેડિયેલેરિયા અને ચુનાવાળાં ફોરામિનિફેરા નામનાં પ્રાણીઓના અવશેષ જ ભરેલા છે.

વનસ્પતિ વડે ભૂકવચ પર થતી અસરનો એક વધારે દાખલો આપીએ. સામાન્ય રીતે તો વનસ્પતિ દટાઈ, દબાણ અને ગરમીને લીધે પડ રુપ થઇ જાય છે; પણ વળી દરીઆમાં એવી યે વનસ્પતિ હોય છે કે જે દરીઆના પાણીમાંથી તેમાં પીગળીને રહેલા કાર્બોનેટ ઓફ લાઇમ નામના પદાર્થને શોષી લે છે, અને એ પદાર્થ વડે પોતાનાં અંગ બનાવે છે. આ વનસ્પતિ જ્યારે મરી જાય છે ત્યારે તેમના અવશેષો કિનારે ઘસડાઇ આવે છે. પવનને લીધે તેમની ઝીણી રેતી જમીન તરફ ઉડે છે અને કિનારા પાસે રેતીના ડુંગરા બની રહે છે. સિલિકાની રેતી વર્ષાદના પાણીમાં પીગળતી નથી, પણ લાઈમ કાર્બોનેટવાળી રેતી પોતે વર્ષાદના પાણીમાં પીગળે છે. આ પીગળેલી રેતી થોડા જ સમયમાં પાછી તળીએ બેસે છે, અને એના કણો એક બીજાની જોડે જોડાઈ એકરુપ થઈ તેનાં સખ્ત પડ બને છે. એમ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

થવાથી એની નીચે રહેલી રેતી પવનને લીધે ઉડી જતી નથી. વર્ષાદનું પાણી આવાં પડ ઉપર પડીને માંહી ઉતરે છે અને એને લીધે તે બધાં જોડાઈને મોટા મોટા ઘોળા પત્થરનું રુપ ધારણ કરે છે. બરમ્યૂડાની જમીન આવા જ ચૂર્ણપાષાણની બનેલી છે. એ ચૂર્ણ-પાષાણ બહુધા સમુદ્રની અંદરની વનસ્પતિથી ઉદ્ભવેલી ચકમકની રેતી લાઈમકાર્બોનેટ વડે જોડાઇને બનેલા છે.

જેમ વનસ્પતિ તેમ **પ્રાણીઓ** પણ ભૂકવચમાં ફેરફાર કરનાર સેંદ્રિય ઉપાધિનો એક વર્ગ ગણાય છે. વનસ્પતિ કરતાં પ્રાણીઓ ભૂકવચમાં પોતાના અસ્તિત્વની નિશાનીઓ બહુ રાખી જાય છે. પાણીની અંદરનાં પ્રાણીઓ લાઈમ કાર્બોનેટ વડે પોતાનાં શરીર અને ઉપરના અવયવો બનાવે છે. એમનાં આવરણો ઘણાં સખ્ત અને ભાગી કે ખવાઇ જાય એવાં ન હોવાથી એમના મરણ પછી જ્યારે તેઓ તળીએ બેસે છે, ત્યારે તેમનાં જાડાં પડ બને છે. અને એ આવરણો પાણીની અંદરના લાઇમ કાર્બોનેટ વડે સંધાઇ જઈ તેના પત્થર બની જાય છે. જમીન ઉપર આવી રીતે બંધાયલા પડનું દૃષ્ટાંત જોવા જઇએ તો માર્લનાં પડો છે. ચુનો અને માટીથી બનેલા ભગરા પદાર્થને સામાન્ય રીતે માર્લ કહેવામાં આવે છે. પણ આવી જાતનાં પડોનો ખરેખરો વિસ્તાર તો દરીઆમાં હોય છે. દરીઆના પાણીમાંથી લાઇમ કાર્બોનેટ શોષી આવાં પ્રાણીઓ—કાળુ, કોકલ અને મસેલ જાતની માછલીઓની છીપો, શંખલા વગેરે અવશેષોનાં જાડાં પડના ટેકરાના ટેકરા બને છે. ફોરામિનિફેરા નામે સૂક્ષ્મ છીપમાં રહેનાર માછલી હોય છે. એ એટલી તો ઝીણી હોય છે કે નરી આંખે જણાય પણ નહિ. આ માછલીઓના અવશેષોના થરના થર સમુદ્ર તળીએ બંધાઇ પત્થરનું રુપ ધારણ કરે છે. બીજી ઉપાધિયો વડે એ પડો ઉંચાં આવે છે. આપણા ગિરિરાજ હિમાલયમાં આ જાતના પત્થરો ઘણા છે. કાશ્મીરની ખીણ તેનાથી ઘેરાયલી છે. સિંધુ નદીને જમણે કાંઠે, કચ્છમાં, કાબુલ અને સિંધને છૂટા પાડનાર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પર્વત એના જ બનેલા છે. મુંબઇમાં શોભાયમાન મકાનોમાં વપરાતો જાણીતો પોરબંદરનો પત્થર પણ આવી માછલીઓના અવશેષોનો જ બનેલો છે. વળી ફોરામિનિફેરા, ઉઝ વગેરે સૂક્ષિમક જંતુઓના અવશેષોનાં પડનાં પડ બને છે જેને આપણે ચાકને નામે ઓળખીએ છીએ. એ જ પ્રમાણે કેટલાંક પ્રાણીઓ પોતે શોષેલા લાઇમિકાર્બોનેટમાંથી પરવાળાના ખડકના ખડકો બનાવે છે. વળી કેટલાંક કાળુ માછલી જેવાં કેવળ માંસરુપી પ્રાણિઓ છૂટાં છૂટાં ન રહેતાં દરીઆના પાણીની નીચે થોડી જ ઉંડાઇએ આવેલા ખડકો ઉપર પોતાના મોટા સમુદાયનાં સંસ્થાનો બનાવે છે. એમની છીપો અને શંખલા વડે કેટલાક જમાનામાં તો તેના જાડાં પડ બંધાઈ જાય છે. દરીઆના વહનને લીધે પણ આવાં પ્રાણીઓના અવશેષો તણાઇ આવી જમીન પાસે આવેલા દરીઆને તળીએ ઠેકાણે ઠેકાણે એકઠા થાય છે. વહનની ગતિ અને તેના બળના પ્રમાણમાં આવા અવશેષો, ખેંચાઈ આવેલી રેતી અને કાંપની જોડે ઓછા વત્તા ભળી જાય છે. ઉષ્ણકટિબંધના મહાસાગરમાં સો વામ ઉંડાઇ સુધીમાં એક ચોરસ મૈલ જેટલી જગામાં જોવા જઇએ તો સોળ ટન વજન થાય એટલા અવશેષો પથરાયલા જણાય છે. આ પ્રાણીઓ મરી જતાં એમના અવશેષો –હાડપિંજર–દરીઆને તળીએ બેસે છે. જાણે વરસાદ ન વરસતો હોય એમ આવાં પ્રાણીઓ સતત મરે છે અને તળીએ પથરાય છે. મહાસાગરના વિશાળ તળીઆં આવાં ચાક જેવા અવશેષોથી મૈલોના મૈલ પર્યંત છવાઈ ગયલાં હોય છે. ઉત્તર એટલાન્ટિક મહાસાગરમાં પૂર્વ પશ્ચિમ તેરસેં મૈલ અને ઉત્તર દક્ષિણ ઘણા મૈલના વિસ્તારવાળું આવા અવશેષોનું એક પડ છે.

જ્વાળામુખી પર્વતો ફાટે ત્યારે આજુબાજુનું ભૂકવચ ઉંચુ ઉપસી આવે છે. જે બેટમાં જ્વાળામુખી ફાટતા હોય તેની આસપાસનું સમુદ્રનું તળિયું ઠેકાણે ઠેકાણે જ્યારે ઉપસી આવે છે ત્યારે તેના ઉપર તાજો બંધાયલો ચૂર્ણપાષાણ માલમ પડે છે. એવી જગામાં પાસેના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દરિયામાં હોય એવાં જ પ્રાણીઓ રહેતાં હોય છે, પરન્તુ તે ચોંટીને એકરુપ થઇ ગયાં હોય છે તેથી અને તેમાં થઇને પાણીના વહેવાથી તેઓ ખવાઇ ગયલાં દેખાય તેથી નવા બંધાયલાં છતાં એ પડો જાણે જુનાં હોય નહિ એવાં દેખાય છે. આવાં પડોના ઉપલા ભાગ પર પડેલું પાણી તેના કેટલાક ભાગને પીગળાવી, પડમાં ઉતરી તેને તેના નીચલા ભાગમાં પાથરી વધારે ઘટ્ટ બનાવે છે.

જાતે ઘણાં જ ક્ષૂદ્ર એવાં જંતુ કેવાં મોટાં વિસ્તીર્ણ પડ બનાવી ભૂકવચની ઘટનામાં કેવા જબરા ફેરફાર કરે છે તેનો ખ્યાલ પરવાળાના જીવડાંની કૃતિ જોવાથી સહજ આવી શકે છે. ઉષ્ણકટિબંધના દરીઆનાં જબરાં વહેણોમાં દરીઆઈ પ્રાણીઓ પુષ્કળ હોય છે. પાસિફિક મહાસાગરમાં આવા પરવાળાના બેટ ઘણા છે. ન્યૂહોલાંડને કિનારે આવેલો પરવાળાનો પર્વત એક હજાર મૈલ સુધી પસરેલો છે. અરબ્બી અને ઇરાનના અખાતોમાં પણ પરવાળાનાં ખડકો ઘણા બંધાય છે. રાતા સમુદ્રને તળીએ આવા ખરાબાઓથી ઘણાં વહાણો જોખમાય છે.

પરવાળાનું જીવડું નાનું, કુમળા શરીરવાળું જળચર પ્રાણી છે. તે બહુધા નળી, ઈંડાં, કે લંબગોળ ભુંગળીના આકારનું હોય છે. તેને એક છેડે કાણું હોઇ કાણાની આસપાસ ચોમેર ફરતાં વાળ જેવા રેસા હોય છે. એ કાણામાં ઉંડે જતાં તેમનું જઠર હોય છે. જઠરમાં આંતરડાં કે બીજે છેડે છિદ્ર કે માર્ગ હોતો નથી. એના માંસરુપી શરીરની બનાવટ ઘણી સાદી હોઇ એનામાં સ્પર્ષેન્દ્રિય શિવાય ચૈતન્યનાં બીજાં ચિન્હ જણાતાં નથી. કશાનો યે સ્પર્ષ થતાં એ સંકોચાઇ ટુંકાં બની જાય છે. પરવાળાંના જંતુઓ પણ પોતાનાં સંસ્થાનો એવી જગાએ જ જમાવે છે. દરીઆની સપાટીથી થોડી ઉંડાઇએ આવેલા ખડક અગર ટેકરા ઉપર, પાસે આવેલા દેશની મુખ્ય જમીનની બાજુએ અગર બેટની ચોતરફ એઓ રહે છે. પરવાળાનાં જીવડાં ૧૫–૨૦ વામથી વધારે ઉંડાઇએ થતાં નથી. તેમ જ તેઓ પાણીની બહાર પણ જીવી શકતાં નથી. સામાન્ય રીતે પાણીની સપાટીથી સો ફીટની ઉંડાઇ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

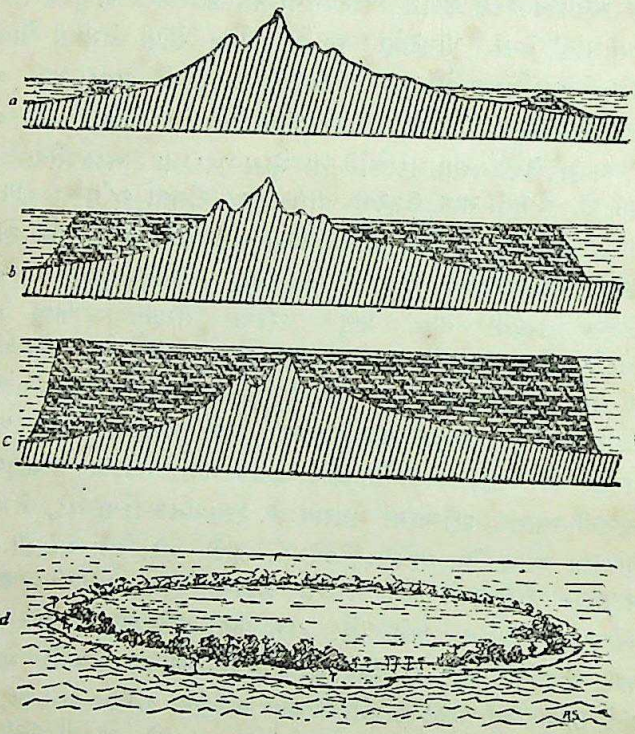
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સુધીમાં તેમનાં સંસ્થાનો જામ્યાં હોય છે. તેમના જુદા જુદા જથ્થા હોય છે. અને જો કે જથ્થામાં છૂટાં છૂટાં જંતુઓ હોય છે પણ તે બધાં સંધાયલાં જ હોય છે. શરુઆતમાં તો તેમનો જથ્થો એક નાના લચકા જેવો હોય છે. પણ આવા છૂટા છૂટા જથ્થા એકઠા થઇ સંધાઇને એક સળંગ ખડક બની રહે છે. દરેક જંતુ દરીઆના પાણીમાંથી તેમાં પીગળેલો લાઇમકાર્બોનેટ શોષી તેમાંથી પોતાના શરીરનાં હાડપિંજર પેઠે ઘર બનાવે છે. જ્યારે એ જીવડાં મરી જાય છે ત્યારે એમનાં હાડપિંજર ઉપર બીજાં જીવડાં પોતે ઘર બાંધે જાય છે. આમ છેવટે લાઇમકાર્બોનેટના મોટા ખડકના ખડક તૈયાર થઇ જાય છે. જેમના માત્ર ઉપરના ભાગમાં જ જીવતાં જંતુઓ હોય છે. આમ ઉંચે વધતાં વધતાં તેઓ પાણીની સપાટી સુધી આવે એટલે એમની ઉંચાઇની વાઢ બંધ પડે છે. પરન્તુ તેઓ બહારની એટલે કિનારા તરફની નહિ, પણ દરીઆ તરફની બાજુ તરફ વધે છે. એવા ખડકની બહારની બાજુએ એ વધારે ફેલાય છે; કારણ ત્યાં તેમને સમુદ્રમાંથી મોજાં અને વહનરુપે આવતાં પાણી માંહ્યલો લાઇમકાર્બોનેટ પુષ્કળ મળે છે. વળી ઘણી વખત મોજાં કે બીજાં કારણો વડે આવા ખડકોનો ભાગ તૂટી જઇ ખડકના ઉંચાણવાળા ભાગની આગળ દરીઆમાં પથરાય છે. રસાયનિક ક્રિયા વડે, તેમ જ મોજાંમાં આમ તેમ અથડાઇ, ભાગીને ઝીણો ભુકો થઇ ગએલી ચૂર્ણ પાષાણની રેતી અને કાંપ ખડકની ફાટોમાં પૂરાઇ સંધાઇ જવા વડે ત્યાં આગળ સખ્ત અને ઉંચો ઢાળ બની રહે છે. એ ઢાળ ઉપર વળી જંતુઓ ફેલાય છે. એવા ઢાળ ઉપર વળી પવન અને મોજાંને લીધે ઝીણી રેતી અને કાંપનો જમાવ થઇ ત્યાં જમીન બને છે. કાળે કરીને એ જમીન દરીઆનાં મોજાં પ્રવેશી ન શકે એટલી ઉંચી થઇ જાય છે. તેમના ખડકની જમીન તરફની બાજુએ આ જંતુઓને પુષ્કળ ખોરાક ન મળવાથી તેમની વાઢ ઘટીને આખરે તેઓ મરી જાય છે. આ પ્રમાણે આ જીવડાંઓથી બનતા દરેક ખડક દરીઆ તરફ જ વધે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરવાળાનાં જંતુઓ સંબંધે ડાર્વિન જુદી જ કલ્પના કરે છે. છિછરા સમુદ્રનું તળીયું આગ્નેય ઉપાધિને લીધે ધીરે ધીરે નીચું બેસતું જાય છે. જે પ્રમાણમાં એ નીચે બેસતું જાય એ જ પ્રમાણમાં આ જીવડાં પોતાનાં રહેઠાણ ઉંચાં કરતાં જાય છે. આમ જુદા જુદા આકાર અને વિસ્તારના પરવાળાના જંતુના સમુદાયો બંધાય છે. અને



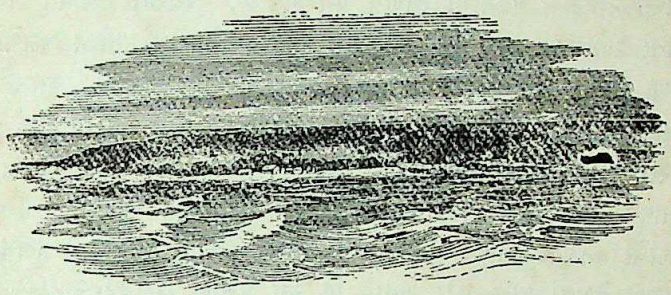
ડાર્વિનની કલ્પના સમજાવવા કાલ્પનિક પરવાળાના ટાપુઓ.

૧ શરૂવાતમાં બંધાતા ખડક.
૨. બંધાઈને આડી ભીંત જેવા પ્રસરેલા.
૩. એટોલ–ટાપુ જેવા બની ગયેલા ખડકો.
૪. એટોલ–પરવાળાના ટાપુનું પૂર્વરુપ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગોળાકારે બંધાઇ પરિણામે એટ જેવું બને છે. પછી વચલી જગાનું પાણી જઇ ત્યાં જમીન થાય છે અને છેવટે પરવાળાનો એટ બની રહે છે.આસ્ટ્રેલિયા પાસેના આવા પરવાળાના સમુદાયના આડા પડેલા



એટોલ–પરવાળાના ટાપુનું દશ્ય.

ટેકરાની લંબાઈ ૧૨૫૦ મૈલ છે; તેમ જ ફ્લોરિડાના દ્વીપકલ્પનો દક્ષિણ તરફનો ૧૨૦૦૦થી ૧૫૦૦૦ મૈલના વિસ્તારનો ભાગ આવાં જંતુઓથી જ બનેલો છે ! ક્ષુદ્ર જંતુઓ પણ કેવા અને કેટલા મોટા પ્રમાણમાં પૃથ્વીના પૃષ્ટપર ફેરફાર કરે છે તેનો ખ્યાલ આ ઉપરથી આવી શકે છે.

રસાયનિક ઉપાધિ.

રસાયનિક ક્રિયા એ પણ એક ઉપાધિ જ ગણાય; કારણ ભૂકવચમાં ફેરફાર કરવામાં એ પણ મણા રાખતી નથી. પરવાળાના ખડકો બંધાય છે તેમાં પણ કેટલેક અંશે રસાયનિક ઉપાધિનો ફાળો છે. પરવાળાનાં જીવડાં પાણીમાંથી લાઇમકાર્બોનેટ શોષી તેમાંથી પોતાનાં ઘર–પરવાળાં બનાવે છે એ વાત ખરી, પણ પાણીમાં પથરાયલા આવા છૂટા રોકો અને તેના અવશેષો બંધાઈ જઇને સખ્ત પત્થરરુપે બને છે તે રસાયનિક ઉપાધિને લીધે જ છે. તેમ જ ખનિજ પદાર્થ જેમાં પીગળેલા છે એવા પાણીના ઝરા પણ એ ઉપાધિને લઇને જ અસ્તિત્વમાં આવે છે. પૃથ્વીનાં પડોમાં રસાયનિક ફેરફાર થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવા ફેરફારને લીધે જ ધાતુઓનાં વળાં અસ્તિત્વમાં આવે છે. એ જ ઉપાધિને લીધે જુદા જુદા પદાર્થોના સંયોગવડે વળી જુદા જ પદાર્થો હસ્તિમાં આવે છે. રેતીનાં અગર એવાં જ બીજાં ઝીણાં ઝીણાં રજકણો પાણીમાં તળિયે પથરાય છે. પથરાતી વખતે તો એના દાણેદાણા છૂટા હોય છે; પણ કાળે કરીને તેમાં બીજા પદાર્થો મળી તેની રસાયનિક ક્રિયાવડે તે ઘટ્ટરુપ ધારણ કરે છે. આપણે આવા બીજા પદાર્થો જોડે મળી તેમને ઘટ્ટ કરનાર પદાર્થને '**સાંધનાર પદાર્થ**' કહીશું. એવા સાંધનાર પદાર્થમાં લાઈમકાર્બોનેટ, આયર્નઓકસાઇડ અને સિલિકા એ મુખ્ય છે. આ પદાર્થો બીજા પદાર્થો જોડે રસાયનિક સંયોગ કરી, અગર તેમનાં રજકણોની વચમાં ભરાઇ તેમનાં કઠણ પડો બનાવે છે. આ પ્રમાણે છૂટાછૂટા રજકણોને ઘટ્ટ બનાવવાની ક્રિયામાં પાણી ઘણી મદદગારી કરે છે. વળી એવા પદાર્થોના થર ઉપર ફરી વળેલા પાણીના વજનને લીધે પણ ઘટ્ટ બનાવવાની ક્રિયામાં ઉમેરણ થાય છે. એવા પદાર્થોપર જો બીજા કોઇ પદાર્થનાં પડ હોય તો તેના વજનના દબાણવડે પણ આ ક્રિયાને ઉત્તેજન મળે છે. સમુદ્રકિનારા પાસે બંધાયલા કાંકરીના પત્થરો, છીપો, શંખલાં વગેરે જોડાઇને થએલા પત્થરો વગેરે આવી રીતે રસાયનિક ઉપાધિથી જ બંધાયલા છે.

કેટલાક ઝરાના પાણીમાં લોહું, મેગ્નેશિયા વગેરેના ક્ષાર પિગળેલા હોવાથી તેમનાં પાણીમાં અમુક રોગ મટાડવાનો ગુણ હોય છે. યૂરોપમાં ઘણી જગાએ આવા ઝરા હોઇ લોકો ત્યાં હવાફેર સારુ જઇ એ પાણીનું સેવન કરે છે. વળી કેટલાક ઝરાના પાણીમાં ચૂનો વગેરે બીજા ક્ષાર ઘણાજ પ્રમાણમાં હોય છે. આ બધું રસાયનિક ઉપાધિને લીધેજ બન્યું હોય છે. આવા ચૂનાના દ્રવણમય ઝરાનાં પાણી પૃથ્વીના પોપડામાં આવેલી પોલી ગુફાઓ, ફાટો અને ખાઇઓમાં પ્રવેશ કરી ત્યાં ઠરી ઠરીને જુદી જુદી જાતના પત્થરો બનાવે છે. તેમાંના કેટલાક તો એવા સંગીન બન્યા હોય છે કે તેનો ઉપયોગ ઘર બાંધવામાં થઇ શકે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વળી કેટલીક જગાએ ઉંપરનાં પડોમાં થઇને આવું પાણી નીચે ટપકી ટપકીને ભૂકવચમાંની ગુફાઓ કે બખોલોમાં ઝૂમ્મર જેવા આકારના પત્થરા બની રહે છે. એ ઝૂમ્મરોમાંથી વળી ગુફાઓના તળીઆ ઉપર આવાં પાણી ટપકી ટપકી ત્યાં જાણે ઉપરની તરફ વાઢવાળાં ઝાડ ન હોય એવો આકાર બની રહે છે. સિલિકાના દ્રવણવાળું પાણી આ પ્રમાણે ખો અગર ગુફામાં ઉતરીને ટપકી ટપકીને બહુ સુંદર દેખાવવાળા પત્થરો બનાવે છે ! બોહિમિયામાં અને અમેરિકામાં કેટલીક જગાએથી આવી રીતે બનેલા પત્થરો મળી આવે છે.

રસાયનિક ઉપાધિવડે સિંધવ, મીઠું અને જિપ્સમ (ચૂનાનો સલ્ફેટ)નાં મોટાં મોટાં વિસ્તીર્ણ પડો બંધાય છે. એ જ ઉપાધિવડે એસ્ફાલ્ટ અને બિટયૂમનવાળા રોકો અસ્તિત્વમાં આવે છે. ટ્રિનિડાડ અને બાર્બેડોઝમાં ડામરનાં સરોવરો અને અમેરિકા, બાકુ અને બ્રહ્મદેશમાં મળી આવતા કેરોસીન તેલ અને નેપ્થાના ઝરાઓ પણ આ રસાયનિક ઉપાધિનાં જ પરિણામ છે.

ભૂકવચની અંદરની ઉપાધિઓ

વાતાવરણ નીચેની એટલે ભૂકવચ ઉપરની બાહ્ય ઉપાધિયોની વાત કહી. એ ઉપાધિયો ભૂકવચના ઉંચા ભાગોને ખેરવીને નીચે પાડવાનું, તેમ જ નીચે પડેલા ભાગને પાછા ક્ષિતિજ સમસૂત્ર પાથરવાનું કામ લઇ બેઠેલી છે. આ વર્ગની ઉપાધિયોને લીધે પૃથ્વીનું પૃષ્ટ સપાટ અને સરખી ઉંચાઇનું બને છે. જો એ જ જાતની ઉપાધિયો જ હયાતીમાં હોત અને એનાથી ઉલટી અસર કરનાર બીજી ઉપાધિયો ન હોત તો પૃથ્વી ઉપર બધે સપાટ મેદાન જ બની રહેત !

પરન્તુ તેમ બનતું નથી. પૃથ્વી ઉપર કોઇ જગાએ ઉંચા પર્વતો, ડુંગરા, ટેકરાઓ, ઢાળ, એવી વિચિત્ર અને મનોહર રચના નજરે પડે છે. એ બધું ભૂકવચની અંદરની **આગ્નેય ઉપાધિયોને** લીધે બને છે. એ ઉપાધિયોવડે પૃથ્વીનું પૃષ્ટ ઠેકાણે ઠેકાણેથી ઉંચું આવે છે. વળી કોઇ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કોઈ જગાએ નીચું પણ જતું રહે છે. કોઇ કોઇ જગાએ ટેકરીઓ અને પર્વતમાળાઓ બને છે. પૃથ્વીના પેટમાં રહેવા પદાર્થો આ ઉપાધિયો વડે જ ઉપર આવે છે. અને એને લીધે જ પૃથ્વીના પૃષ્ટનો કુદરતી દેખાવ સપાટ–સીધોસટ–ન રહેતાં નજરને આનંદદાયક એવા ઢાળ, ટેકરા, ડુંગરા અને પર્વતવાળો બને છે.

ઉપાધિ
|
ભૂકવચની નીચેની
|
આગ્નેય
|
જ્વાળામુખી | ધરતીકંપ | અદૃશ્ય ફેરફાર.

આગ્નેય ઉપાધિયોમાં **જ્વાળામુખી, ધરતીકંપ** અને **ભૂકવચમાં** થતા **અદૃશ્ય ફેરફાર** એનો સમાવેશ થાય છે.

જ્વાળામુખીમાંથી પાણીની વરાળ, રાખોડી અને ધગધગતો પ્રવાહી રસ નિકળે છે. જે વખત ધરતીકંપ થાય છે તે વખત આખો પ્રદેશ ઓચિંતો ધૂજી જાય છે. અદૃશ્ય ફેરફારને લઇને ભૂકવચના પ્રદેશોના પ્રદેશો ઉંધા વળી જાય છે અગર નીચા બેસી જાય છે. એને લીધે ભૂકવચમાં કરચલીઓ પડી પર્વતમાળા અગર ટેકરીઓ તેમ જ ઉચ્ચ પ્રદેશ બની રહે છે.

વાતાવરણ પૃથ્વીને–ભૂગોળને ચોતરફે વિંટાયલું હોઇ પ્રથમ પ્રકારની ઉપાધિયો બહારથી જ અસર કરે છે; પણ આ બીજા પ્રકારની ઉપાધિયોનું મૂળ કારણ ભૂકવચની નીચે રહેલું છે. બાહ્ય ઉપાધિયો પૃથ્વીપર આવેલી ઉંચી જગાને લૂણો લગાડીને ખાઈ જાય છે અને તેને હચમચાવી, ભાગી, નીચે લાવીને પાથરે છે. પાણી વહેવડાવીને ખાડા પાડે છે અને તેને પૂરે છે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીની સપાટીને ક્ષિતિજ સમસૂત્ર બનાવવા મથે છે, ત્યારે આગ્નેય ઉપાધિ નીચા ભાગોને ઉંચા આણી ભૂકવચના દેખાવમાં ફેરફાર કરે છે. એક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકારની ઉપાધિયો ખોદે, પાથરે અને સપાટ પ્રદેશ બનાવે, ત્યારે બીજા પ્રકારની નીચા ભાગોને ઉંચા આણી ભૂકવચના પૃષ્ટના દેખાવમાં વિચિત્રતા આણે. ઉપર આણેલા ભૂગોળમાંના નવા પદાર્થો પાછા ખવાઇ જાય, ખોદાઇ જાય, નીચે જાય અને પથરાય. આમ એ વિરુદ્ધ પ્રકારની ઉપાધિયોને લઈને જ ભૂકવચમાં સમાનતા સચવાય છે. એને લીધે જ પૃથ્વી આપણે રહેવા લાયક બને છે. આમ આ બન્ને તરેહની ઉપાધિયો પૃથ્વી ઉપર ખાસ અગત્યના ભાગ ભજવતી હોવાથી સરખી જરુરની છે.

અવકાશમાં પૃથ્વી શી રીતે થઇ એ સંબંધી જ્ઞાન એ ખગોળ વિદ્યાનો પ્રદેશ છે. ભૂસ્તરવિદ્યામાં એ વિષે કાંઈ વિચાર કરાયો નથી. ભૂસ્તરવેત્તાઓ માત્ર ભૂકવચ ઉપરથી જ ભૂગોળનો પ્રથમનો ઇતિહાસ ઉપજાવી કાઢે છે. હાલ વર્ત્તમાનકાળમાં કેઇ કેઇ ઉપાધિયો, શી શી રીતે પોતાનું કાર્ય બજાવે છે અને શી શી અસર કરે છે, તે જ માત્ર લક્ષ અને ગણનામાં લઇ તેઓ પાછલી વાતોનું અનુમાન કરે છે. ખાલી તર્કનાં ઘોડાં દોડાવવાં એ કાંઇ વિદ્યા નથી. ભૂસ્તરવેત્તાઓ તો જે હાલ મોજુદ નથી તેવાં કારણોને લીધે થએલા ફેરફાર અને બનાવને અંગે ગપો માર્યા કરતાં એ વાત હાલનાં સાધનો વડે સમજી વા સમજાવી શકાતી નથી એમ પ્રમાણિકપણે કબૂલ કરી દે છે. અગાડી જતાં વળી કોઇ વિદ્વાન થશે, અગર બનાવ બનશે, જેથી વિજ્ઞાનના કો'યડા ઉકેલાશે.

આપણી પૃથ્વીને આરંભ હતો, આપણી પૃથ્વી સ્વાભાવિક રીતે કુદરતી કારણોને લઇને હાલની સ્થિતિમાં આવી છે, અને કોઈ કાળે,– બધી સર્જિત વસ્તુઓનો થાય છે તેમ–તેનો નાશ પણ થશે એ તો નિર્વિવાદિત છે.

આપણી પૃથ્વીનો આકાર બન્ને ધ્રુવ આગળથી સહજ ખેંચેલો અને ગોળને મળતો છે. ખરાદીને ત્યાં ઉતારેલા ગોળ લખોટા જેવો નથી. એના એક ધ્રુવથી બીજા ધ્રુવ સુધીનો વ્યાસ ૭૮૯૯ મૈલ અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિષુવવૃત્ત ઉપરના કોઇપણ બિંદુથી સીધે તેની બરોબર સામે આવેલા, વિષુવવૃત્ત ઉપરના બિંદુ સુધીનો વ્યાસ ૭૯૨૫ મૈલ છે. વિષુવવૃત્ત આગળના વ્યાસ કરતાં ધ્રુવ બિંદુઓ આગળનો વ્યાસ આસરે ૨૬ મૈલ એટલે $\frac{૧}{૩૦૦}$ ટૂંકો છે. પૃથ્વી અર્ધપ્રવાહી સ્થિતિમાં હોય તો હાલ એની જે દૈનિક ગતિ છે તેને લીધે ધ્રુવબિંદુઓ આગળ એ લગભગ એટલી જ ચપટી થવી જોઇએ. આ ઉપરથી જ પૃથ્વી એક કાળે અર્ધપ્રવાહી રુપે હતી એમ મનાય છે. પૃથ્વીમાંથી દિવસાનુદિવસ એની ગરમી ઓછી થતી જાય છે; એનું પૃષ્ટ ટહાડું પડી પડીને ઘન પડરુપે બંધાયું છે અને એના ભૂકવચની નીચેનો અંદરનો ભાગ અદ્યાપિ પીગળેલી હાલતમાં અને ઘણી જ ઉષ્ણતાવાળો છે.

પૃથ્વીની અંદરનો ભાગ ઘણી જ ઉષ્ણતાવાળો છે એ (૧) જ્વાળામુખી પર્વતો (૨) ઉન્હા પાણીના ઝરા (૩) અને પૃથ્વીના ભૂકવચમાં જેમ જેમ ઉંડે જતા જઇએ તેમ તેમ વધતું જતું ઊષ્ણતામાન એમનાથી સાબિત થાય છે.

જ્વાળામુખી પર્વતો પૃથ્વી ઉપર દૂર દૂરની અને જુદી જુદી જગાએ ફાટી નિકળે છે. એમાંથી બહાર નિકળતા પીગળેલા પદાર્થો અને ગરમી પૃથ્વીના પેટામાંથી જ નિકળે છે એ ખૂલ્લું છે. પૃથ્વી ઉપર ઉન્હા પાણીના ઝરા હોય છે એ તો બધા જાણે છે. આવા ઝરા જ્વાળામુખી પર્વતોની પાસેના પ્રદેશમાંથી જ આઇસલેન્ડમાંના ગેઇસીર્સની પેઠે જ નિકળે એમ નથી. તેઓ જ્વાળામુખી પર્વતથી ઘણે દૂરના પ્રદેશમાં–વખતે હજારો મૈલને છેટે પણ નિકળે છે. ઇંગ્લંડમાં બાથ અને બક્ષટનના ઝરા જ્વાળામુખીથી લગભગ હજારેક મૈલ દૂર છે. બાથના ઝરાના પાણીનું ઉષ્ણતામાન ૧૨૦૦° ફેરનહાઇટ અને બક્ષટનના પાણીનું ૮૦° ફે. છે. આપણા દેશમાં પણ દેવકી ઉનાઇ, લસુંદરા અને કુવા કાંકણપુરના ઝરા છે, જેની પાસે કોઇપણ જ્વાળામુખી પર્વત આવ્યો નથી. વળી કુવા ખોદતાં, ખાણો ખોદતાં અને સારડીથી પૃથ્વીનાં પડોમાં છેદ પાડતાં જેમ જેમ ઉંડે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જતા જઇએ તેમ તેમ ઉષ્ણતામાન વધારે ને વધારે હોય એમ જણાય છે. આખી પૃથ્વીમાં ગમે તે જગાએ ખોદતાં ઓછી વત્તી ઉંડાઇએ આમ ઉષ્ણતામાનનો વધારો દૃષ્ટિગોચર થાય છે. સ્થાનિક કારણોની અસર ન થાય એટલી ઉંડાઇ પછી સઘળી જગાએ સામાન્યતઃ દર સાઠ ફીટની ઉંડાઇએ ઉષ્ણતામાન એક અંશ વધતું જણાય છે. સ્થાનિક કારણોને લીધે આ પ્રમાણમાં તફાવત પડે છે, તોપણ એ તફાવત કોઇપણ જગાએ ચાળીસ ફીટની ઉંડાઇએ એક અંશ કરતાં વધારે, અગર અંશી ફીટની ઉંડાઇએ એક અંશ કરતાં ઓછા ઉષ્ણતામાનનો જણાતો નથી.

પૃથ્વીનું કવચ–પોપડો–ઘનરુપે છે એ તો નિસ્સંદેહ છે. પણ આ પોપડા-ભૂકવચની નીચે–ભૂગોળના મધ્યમાં શું છે અને કેવી હાલત છે તેને માટે જુદી જુદી કલ્પનાઓ છે.

પૃથ્વીમાં ઉંડે ઉંડે જતાં ઉષ્ણતામાન વધતું જાય છે, એ હિસાબે વીસ માઇલની ઉંડાઇએ તો ત્યાં એટલી બધી ગરમી હોવી જોઇએ કે ત્યાં પૃથ્વીપરની બધી જાણીતી ધાતુઓ પીગળી જાય. વીસ મૈલ કરતાં વધારે ઉંડાઇએ તો પદાર્થ માત્ર પીગળીને પ્રવાહી બની જાય એટલી બધી ગરમી છે. વળી જ્વાળામુખી પર્વત ફાટે છે ત્યારે તેમાંથી નિકળતો ધગધગતો રસ ભૂગોળમાંથી જ આવે છે. તેમ જ ધરતી-કંપ વખતે પૃથ્વીની સપાટીના મોટા વિસ્તાર સુધી આંચકા લાગે છે. વળી સમગ્ર પૃથ્વીનું વિશિષ્ટગુરુત્વ ૫½ છે. પણ ભૂકવચના જાણીતા ભાગોનું વિશિષ્ટગુરુત્વ ૨½ થી ૩½ જેટલું હોય છે. જો બહુ ગુરુત્વવાળા પ્રવાહી ઉપર ચોતરફ ઓછા ગુરુત્વવાળું ભૂકવચ આવી રહ્યું છે એમ માનીએ તો જ્વાળામુખી, ધરતીકંપ અને એવા કુદરતી બનાવોનાં કારણોનો નિર્ણય કરી શકાય છે. આમ હોવાથી પૂર્વે ઘણા ભૂસ્તરવેત્તાઓની માન્યતા હતી કે 'ભૂગોળમાં મધ્યબિંદુથી ચોતરફ ભૂકવચ સુધી ધગધગતો રસ ભર્યો છે.'

આ કલ્પનાની વિરુદ્ધ કહેવાય છે કે જો ઘણા વિશિષ્ટગુરુત્વવાળા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ધગધગતા રસ ઉપર પાતળું, ઘન અને ઓછા ગુરુત્વવાળુ પડ આવ્યું છે, તો સૂર્ય અને ચંદ્રનાં આકર્ષણવડે એ નીચલા રસમાં થતી ભરતી ઓટને લીધે ભૂકવચ ઉંચુ નીચું થવું જોઇએ, તે કેમ થતું નથી? કેંબ્રિજના પ્રોફેસર હોપકિન્સ ધારે છે કે જો ભૂકવચની જાડાઈ ૮૦૦ થી ૧૦૦૦ મૈલ સુધીની હોય તો જ અંદરના રસમાં થતી ભરતી ઓટના બળનો અવરોધ કરીને ભૂકવચ ઉંચુ નીચું ન થાય.

વળી લોર્ડ કેલ્વિન તો માને છે કે ભૂકવચ ૨૦૦૦ થી ૨૫૦૦ મૈલની જાડાઇવાળું છે. એમની માન્યતા એવી છે કે વખતે છેક મધ્યબિંદુ સુધીનો બધો ભાગ ઘન પણ હોય. આમ હાલ કેટલાક પદાર્થવૈજ્ઞાનિકો માને છે કે પૃથ્વી વસ્તુતઃ જોતાં ઘન જ છે. આટલી બધી ગરમી હોવા છતાં અંદરનો ભાગ ઘનરુપે કેમ રહે અને પ્રવાહી કેમ ન બને, એ શંકાનું નિવારણ એમ કરે છે કે, ભૂકવચના ભારનું દબાણ એટલું બધું થાય છે કે નીચેના ભાગ પ્રવાહીરુપ ધારણ કરી શકતા નથી. ગમે તે કારણથી જ્યાં ઉપરનું દબાણ કમી થયું કે તે જગાએ અંદરનો ભાગ પ્રવાહીરુપ ધારણ કરે છે અને તેથી ધરતીકંપ અગર જ્વાળામુખી ઉત્પન્ન થાય છે.

રેવરંડ ઓસ્મંડ ફીશર અને બીજા ભૂસ્તરવેત્તાઓનું ધારવું છે કે પૃથ્વીને ઘન અને ટહાડી પડતી માનીએ તો આ બધા બનાવોનાં કારણો સમજી શકાતાં નથી. તેઓ માને છે કે "પૃથ્વી મધ્યબિંદુ આગળથી ઘન હોઈ તેની આજુબાજુ ચોતરફ ચીકણું અને અર્ધપ્રવાહી જેવું પાતળું પડ આવી રહ્યું છે. અને આ પડની ઉપર પછી ભૂકવચ આવેલુ છે" ટહાડું પડી ગએલું હોવાથી ભૂકવચ ઘનરુપમાં છે. વચ્ચે આવેલું પડ તેને પ્રવાહીરુપમાં આવતાં બાધ કરે એટલું ઉપરનું દબાણ ન હોવાને લીધે એવી સ્થિતિમાં છે; અને છેક વચમાંનો ભાગ ચોતરફના ઘણી જ જાડાઇવાળા ભાગોના જબરા દબાણને લીધે ઘનરુપે જ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ સંબંધી એક ચોથી કલ્પના છે. કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓ માને છે કે મધ્યબિંદુ આગળ ભૂગોળ વાતરુપે હોઇને ચોતરફથી અર્ધપ્રવાહી પીગળેલા રુપમાં છે. આ પીગળેલા પડની ઉપર બધી બાજુએ ઘન ભૂકવચ આવી રહ્યું છે. આ છેક અંદરનો વાતરુપ ભાગ, વચ્ચેનો ચીકણો અર્ધપ્રવાહી ભાગ અને છેક ઉપરનો ભૂકવચનો ઘન ભાગ એ બધા પોતપોતાની સીમા આગળ એક બીજાની સાથે બેમાલુમ રીતે ઓતપ્રોત થઇ ગએલા છે.

જોવા જઇએ તો આ ઉપર કહેલી ચારે કલ્પનાઓમાં પૃથ્વી પ્રથમ પ્રવાહી સ્થિતિમાં હતી અને હાલ ધીરે ધીરે ટહાડી પડતી જાય છે, એ વાત ગૌણ રીતે માન્ય રાખેલી છે. પૃથ્વી પ્રથમ ઘણી જ ગરમ હતી અને એની ગરમી ધીરે ધીરે બહાર જતી રહે છે. મૂળ ભૂગોળ આથી ટહાડો પડે છે અને તેથી સંકોચન પામે છે. એના સંકોચન પામવાની સાથે આમ ટહાડું પડીને ઘનરુપ ધારણ કરેલું ભૂકવચ પણ સંકોચાય છે અને તે મધ્યબિંદુ તરફ ધસતું જાય છે. એમ થતાં ભૂકવચમાં કરચલીઓ પડી, તેમાં અનુક્રમે મોટા મોટા ટેકરા બને છે. મોટા ટેકરા એટલે ખાડા શિવાયના ભાગ તે. આ ભાગના ખંડો બને છે અને વિશાળ અને વિસ્તીર્ણ ખાડાઓના મહાસાગરો બને છે. નાના અને સાંકડા ટેકરા થયા હોય તેની પર્વતમાળાઓ અને નાના સાંકડા ખાડાના નાના દરીઆ અને અખાતો વગેરે બને છે. પૃથ્વીમાંથી ગરમી સતત ઓછી થતી જાય છે એટલે ભૂકવચનું સંકોચન અને તેનાથી થતા ફેરફાર પણ સતત ચાલુ જ હોવા જોઇએ. પણ આ સંકોચન અને તેથી ઉત્પન્ન થતી ગતિની અસરથી થતા ફેરફાર દરેક જગાએ જુદા જુદા અને ઓછાવત્તા થાય છે; કારણ કે દરેક જગાએ વસ્તુસ્થિતિ એક સરખી ન હોતાં જુદી જુદી હોય છે. કેટલાક ભાગમાં આ ફેરફાર એટલા તો રફતે રફતે અને અદશ્ય રીતે થાય છે કે સૈકાંનાં સૈકાં ગયા પછી તેઓ આપણું ધ્યાન ખેંચે છે. સ્કેણ્ડિનેવિયાના કિનારા ઉંચા થતા જાય છે અને ગ્રીનલેણ્ડના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કિનારા નીચા બેસતા જાય છે, એ આવા ફેરફારનાં ઉદાહરણ રુપ છે. જ્યારે કેટલીક જગાએ માત્ર ભૂકવચની સપાટી ઉંચી નીચી થાય છે, ત્યારે વળી કેટલીક જગાએ પડો પોતાની જગોએથી ખસી જઇને તૂટી જાય છે. આમ બને છે ત્યારે ભયંકર ભૂમિકંપ થાય છે. ઈ. સ. ૧૮૨૨ માં ચિલિ દેશમાં એક મોટો ધરતીકંપ થયો. તે વારે તેના કાંઠાની જમીન ઘણા મૈલ સુધી ૩ થી ૫ ફીટ લગી ઉંચી થઇ ગઈ અને દરીઆના તળીઆ પરથી પાણી ખસી ગયું હતું. આમ ખુલ્લી થએલી જમીનનો વિસ્તાર સર ચાર્લ્સ લૈલના કહેવા પ્રમાણે લાખ પિરામીડથી પણ વધારે હતો. ઈ. સ. ૧૮૧૯માં સિંધુ નદીના મુખની પાસે કચ્છમાં ઘણો જોરાવર ધરતીકંપ થયો હતો. ભુજમાં એનાથી ઘણું જ નુકશાન થયું હતું. એના આંચકા આખી ગુજરાત અને દક્ષિણ સુધી લાગ્યા હતા. અમદાવાદમાં ઘણી મસીદોના મિનારા પડી ગયા હતા. સુલ્તાન અહમદની રાણીના હજીરાની ઘણી જ ખરાબી થઇ હતી. થોડા થોડા દિવસને આંતરે ઘણા દિવસ સુધી આંચકા લાગ્યા કર્યા હતા. છેવટે ભુજની પાસે એક જ્વાળામુખી ફાટયો, ત્યારે આ આંચકા બંધ થયા હતા.

આથી જ બે હજાર ચોરસ મૈલનો પ્રદેશ ૧૨ થી ૧૫ ફીટ સુધી નીચે બેશી ગયો, અને ત્યાં અખાત બની ગયો. તે વખતે ૫૦ મૈલ લાંબો અને ૧૦ થી ૧૫ મૈલ પહોળો ટેકરો, આજુબાજુના સપાટ પ્રદેશ કરતાં કેટલાક ફીટ ઉંચો થઇ ગયો. સિંદ્રી નામે કિલ્લો કાંઠા ઉપર હતો તે સમુદ્રમાં ગરક થઇ ગયો. ઘણાં વર્ષ લગી એનો એક બૂરજ જળ જળ બંબાકારની વચ્ચે ઉંચો જણાતો હતો.

આપણા હિંદુસ્થાનમાં પણ જબરા ધરતીકંપ થઇ ગએલા ઇતિહાસમાં નોંધાયા છે તેમાંઃ—

ઇ. સ. ૧૭૨૦ માં દિલ્લી, ઇ. સ. ૧૭૩૭ માં કલકત્તા, ઈ. સ. ૧૭૬૨ માં પૂર્વ બંગાળ અને આરાકાનને કિનારે, ઈ. સ. ૧૮૧૯ માં કચ્છ, ઇ. સ. ૧૮૮૫ માં કાશ્મિર અને બંગાળા, ઇ. સ. ૧૮૯૭માં આસામ અને ઇ. સ. ૧૯૦૫ માં કાંગ્રા, આ મુખ્ય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મુંબાઇને કિનારે ઓટના પાણી કરતાં બાર ફિટ અને ભરતીના પાણી કરતાં ત્રીસ ફિટ ઉંડુ જતું રહેલું વન એ પૃષ્ઠ નીચું જતું રહ્યાની સાક્ષી હાલ પણ પૂરે છે. એ જ પ્રમાણે તિનેવેલીનો કિનારો પણ નીચો જતો રહ્યો હતો. પોંડિચરીમાં લિગ્નાઇટનું પડ પૃષ્ટની સપાટીથી ૨૪૦ ફિટ ઉંડુ ગયું હતું. મકરાણના કિનારાથી આશરે વીશેક મૈલ દૂર દરીઆમાં એકદમ ઉંડાઇ ઘણી જ થઇ ગઇ છે, તે કિનારા ઉપર પહેલાં હતો તે ખડકના ઉંડા ઉતરી જવાને લીધે છે એમ ધારવામાં આવે છે.

કચ્છનું રણ હમણાં સુધી–ઐતિહાસિક કાળમાં–અખાત રુપે હતું. આ અખાત ધીરે ધીરે પૂરાઇ જવાને લીધે પણ એનું પાત્ર થોડું ઉંચું આવ્યું છે. હાલ વર્ષના કેટલાક ભાગમાં એ તદ્દન કોરું અને કેટલાક સમય સુધી છબછબાં પાણીવાળું રહે છે. એવી જ હાલત વિરમગામ પાસે નળકંઠાની છે. કેટલીક જગાએ ભૂકવચનાં પડો મરડાઇ જવાથી કિંવા વાંકાં વળી જવાથી નીચલી તરફનું દબાણ ઓછું થઈ જાય છે અને નીચેનો ધગધગતો પ્રવાહી પદાર્થ પડોમાં પડેલી તડો અને ફાટો વાટે ઘણા જોરમાં જ્વાળામુખી રુપે બહાર આવે છે.

સામાન્ય રીતે જ્વાળામુખી પૃથ્વીની અંદરથી ભૂકવચમાં પડેલી ફાટને રસ્તે બહાર નિકળેલા ધગધગતા રસ અને બીજા પદાર્થોનો જ બનેલો શંકુ આકારવાળો પર્વત હોય છે. એના શિરોબિંદુ આગળ છછરા વાડકા જેવો આકાર બની રહે છે. મૂળ જે ફાટમાંથી રસ નિકળેલ હોય તેનું મોં આ ભાગમાં આવેલું હોય છે; અને મોં આગળથી તે પૃથ્વીની અંદરના ભાગ સુધી નળ જેવું બની રહ્યું હોય છે. આમાં થઇને ધગધગતો રસ, રાખોડી અને સળગતાં ગચ્છીઆં જોસબંધ ઉડીને બહાર પડે છે. આ પદાર્થો એ કુદરતી નળીના મોં આગળ જ પડીને ટહાડા થાય છે અને તેની ઉપર એ જ પ્રમાણે દરેક વખતે જ્યારે જ્યારે જ્વાળામુખી ફાટી નીકળે છે ત્યારે ત્યારે બીજો રસ ઠરી ઠરીને પરિણામે શંકુ આકારનો જ્વાળામુખી પર્વત બની રહે છે. જ્યાં સુધી જ્વાળામુખીની આ નળી પૂરાઇ જાય નહિ, ત્યાં સુધી જ્વાળામુખીનો શંકુ આકાર કાયમ રહે છે. પણ રસ કે બીજા પદાર્થને લીધે મૂળ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નળી વખતે બંધ થઇ જાય છે અથવા તે શિવાય પણ નવી ફાટો થઇ તેમાંથી પણ રસ નિકળવા માંડે છે; અને મૂળ જ્વાળામુખી કરતાં પણ મોટા પર્વત બની રહે છે. આમ થતાં મૂળ જ્વાળામુખીનો શંકુ આકાર સમુળગો અગર ઓછો વત્તો બદલાઈ જાય છે. આવું થતાં મૂળ જ્વાળામુખી અને પછીથી થએલા જ્વાળામુખીઓ વડે લાવા વગેરેના મોટા લાંબા, અને પહોળા ડુંગરના ડુંગર બની રહે છે.

જ્વાળામુખી ફાટતાં પહેલાં ધરતીકંપ થાય છે, અને પછી તેની ઉપરનો ભાગ એકાએક ઉખડી જઇ ઉંચે વાતાવરણમાં ઉડે છે. સામાન્ય રીતે જ્વાળામુખીમાંથી નિકળતા પદાર્થો ઘણી જ ત્વરા અને જોરથી ઉંચે ઉડે છે. એમાંથી નિકળતી વરાળ બીજા પદાર્થોને પોતાની જોડે ઉરાડતી સતી, જ્વાળામુખીના મુખ કરતાં ઘણે જ ઉંચે જઇને, ત્યાં ટહાડી પડી, જળરુપ બની, વર્ષાદ રુપે પાછી પડે છે. વરાળની જોડે જોડે ધૂળ, ખડકોના કડકા, અને રાખોડી વગેરે ઉડે છે એ કહી ગયા.

આમ બન્યા પછી પીગળેલો ધગધગતો રસ નળ વાટે ઉપર આવી પર્વતના મુખ વાટે, અગર આજુ બાજુ પડેલી ફાટો વાટે ઉભરાઈ બહાર પડે છે. જ્વાળામુખીમાંથી વાયુરુપ પદાર્થમાં જોવા જઇએ તો મૂખ્ય પાણીની વરાળ હોય છે. કાર્બોનિકએસિડગ્યેસ અને સલ્ફ્યૂરસએસિડ નિકળે છે. પણ તે ઘણા જ થોડા પ્રમાણમાં આ વાતરુપ પદાર્થો શિવાય રોકના કડકાઓ, મોટા મોટા ગોળાઓ, લેપિલી અને ધૂળ પણ ફેંકાય છે. જ્વાળામુખી પર્વતના કંઠમાંથી ગચ્છાં ને ગચ્છાં ઉખડી જાય છે. ગોળાઓ અને લેપિલી તે અર્ધપ્રવાહી રુપમાં લાવાના જ બનેલા હોય છે; અને તે બહાર નિકળતી વરાળના ધક્કાથી જોસબંધ બહાર આવી ઘણી ઉંચાઈ સુધી ઉડે છે. લાવાના અર્ધપ્રવાહી મોટા જથ્થા ઉંચે જતાં ચક્કર ચક્કર ફરે છે અને વાતાવરણમાં એમ ફરવાથી ટહાડા પડતા જાય છે. તેથી તે ગોળાના આકારના બને છે. નાના કડકા છૂટા છૂટા ઉડીને વહેલા ટહાડા પડે છે, તે ધારદાર કડકાના રુપમાં જમીનપર પડે છે. આવા કડકાને લેપિલિ કહે છે. લાવાના છેક ઝીણાં રજકણો જે ટહાડાં થઇને હવામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉડે છે, તેને જ્વાળામુખીની ધૂળ કહે છે. આ ધૂળ પરિણામે જ્વાળા-મુખીની બાજુઓ ઉપર પથરાય છે. આ ધૂળ બહુ જ ઝીણી હોઇ ઘણે દૂર સુધી ઉડી જાય છે. ઇ. સ. ૧૮૩૫ માં મધ્ય અમેરિકામાંનો કોસિગ્વિનાનો જ્વાળામુખી ફાટયો ત્યારે તેમાંથી નિકળેલી ધૂળ સિત્તેર સિત્તેર મૈલ સુધી આજુબાજુ પથરાઈ હતી ! કેટલીક તો છેક જેમેઇકા સુધી પણ ઉડી હતી; એટલે કે સાતસેં મૈલ છેટે ગઇ હતી. ઇસ્ટ-ઇણ્ડિઝમાં કરકટોઆમાંથી ઉડેલી ધૂળ છેક યૂરોપખંડ સુધી ઉડી આવી હતી ! ઇ. સ. ૧૮૨૨ ના ઓકટોબરમાં વિસુવિયસ જ્વાળામુખી ફાટયો હતો તે સમયનું દશ્ય નીચેના ચિત્રમાં આપ્યું છે.

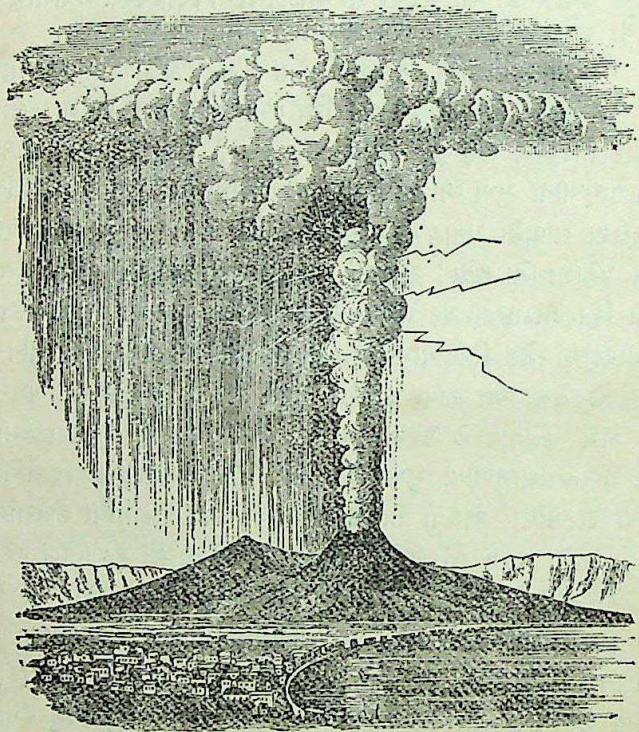
જ્વાળામુખીમાંથી નિકળતો લાવા વખતે ઘણો પાતળો હોય છે અને વખતે છેક અર્ધપ્રવાહી સ્થિતિમાં હોય છે. પાતળો લાવા બહાર નિકળીને ઘણે દૂર સુધી પથરાય છે; અને અર્ધપ્રવાહી રસ જ્વાળામુખીના મુખ આગળ જામી જાય છે. આઇસલેણ્ડમાં જોકલમાંથી નિકળેલા લાવાનો પ્રવાહ પચાસ મૈલ લાંબો અને ઠેકાણે ઠેકાણે પંદર મૈલ પહોળાઇનો હતો ! રસ્તામાં આવતી ઉંડી ખિણોમાં એના પાંચસે છસેં ફિટ જાડાઇના થર થઇ ગયા હતા. કોઇ જગાએ તો જેમ ઉત્તર અમેરિકામાં સ્નેક રીવર નામની નદીના પ્રદેશમાં અને દક્ષિણ હિંદુસ્તાનમાં બન્યું છે તેમ, આ લાવા હજારો ચોરસ મૈલના વિસ્તારમાં પથરાય છે. એમ કહેવાય છે કે આમ વિસ્તારમાં પથરાયલો લાવા માત્ર એક જ જ્વાળામુખીના મુખમાંથી નહિ, પણ જ્વાળામુખી વડે થએલી લાંબી ફાટમાંથી અથવા તો આવી એકથી વધારે ફાટોમાંથી ઉભરાઇને ફેલાયો હશે. આમ નિકળીને ફેલાયલા લાવાનું નીચલું પડ વહેલું ટહાડું પડે છે; અને તે જ્વાળામુખીથી બનેલા કાચનું રુપ ધારણ કરે છે. આ કાચને ઓબ્સિડિયન કહે છે. લાવાના પડના ઉપલા ભાગમાંથી વરાળના ગોટેગોટા નિકળી જાય છે. આથી આ લાવાનું પડ ઠરીને સુકાય છે ત્યારે નીચલા કાચના પડ જેવું નહિ પણ એનું પોત છિદ્રાળુ, રેલાદાર અને રેસાદાર બને છે. પૃષ્ટની નીચે ફેલાયલો લાવા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઓછાવત્તા સઘન જથ્થા રુપે હોઇ તેમાં સામાન્ય રીતે પુષ્કળ સ્ફટિકો નજરે પડે છે.

જ્વાળામુખીઓ નાના ટેકરાથી માંડીને મોટા પર્વત જેવડા હોય છે. ઈ. સ. ૧૮૨૨ ના ઓકટોબર માસમાં વિસુવિઅસ પર્વત ફાટી નિકળ્યો હતો. તે વખત એમાંથી પાણીની વરાળ, ધૂમાડો, અગ્નિ અને વરાળ બહાર ઉડી રહ્યાં હતાં. એ વરાળ વર્ષાદ રુપે પાછી જમીનપર પડી, વિજળીના ચમકારા, ગર્જના વગેરેને લીધે ભયંકર દશ્ય બની રહ્યું હતું.



આ. ૮. ઈ. સ. ૧૮૨૨ માં ફાટેલો વિસુવિઅસ–જ્વાળામુખી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપરની આકૃતિમાં બધું દર્શાવ્યું છે. એટના નામના જ્વાળામુખી પર્વતનો ઘેરાવો ૮૭ મૈલનો અને ઉંચાઈ ૧૦૮૦૦ ફીટની છે. તેમ જ એંકાકોગુઆ જ્વાળામુખી ૨૩૦૦૦ ફીટ ઉંચો છે. નાના અગર મોટા પણ આ પર્વતો મિશ્ર (Composite) બનાવટના હોય છે. જ્યારે કોઇ પણ કારણથી જ્વાળામુખીની પ્રથમની નળી પૂરાઇ જાય છે ત્યારે, અગર જ્વાળામુખીની ઉંચાઇ એટલી બધી વધી પડે કે નીચેનો રસ એટલે ઉંચે સુધી ઉડી ન શકે ત્યારે, નીચેની ઉપાધિ પર્વતને તેના તળીઆમાંથી તોડી નાંખી નવી નળીઓ અને નવી ફાટો બનાવે છે; જેથી જુના જ્વાળામુખીની પાસે બીજા નવા જ્વાળામુખીઓ ફાટી નિકળે છે. અગર તો પ્રવાહી લાવા જોર કરીને ભૂકવચની અંદર જ ફાટો હોય તેમાં ફેલાઇને પડ રુપે પથરાઇ ટહાડો પડે છે. ભૂકવચની અંદર જ્વાળામુખીની રાખોડી અને પથરાનાં પડો અને લાવાનાં પડો એમ એક પછી એક ઉપરાચાપરી બંધાયલાં જોવામાં આવે છે. બંધાયલાં પડોમાં જોર કરીને પેઠેલો લાવા કેટલીક વખત તો ઉભી ભીંતના જેવો આકાર ધારણ કરે છે.

કેટલાક જ્વાળામુખી પર્વતો એકલા અને છૂટા હોય છે. છતાં તેઓ સામાન્ય રીતે દરીઆને કિનારે કિનારે જ્યાં ભૂકવચની સપાટી ઉંચી હોય ત્યાં, અમુક કલ્પિત લીટીમાં–દિશામાં ફાટી નિકળતા હોય નહિ, એમ જણાય છે. હાલના સમયમાં પેસિફિક મહાસાગરને કિનારે મોટા જ્વાળામુખીઓ ફાટી નિકળે છે. ટેરાડેલફ્યૂગોથી માંડીને એક કલ્પિત લીંટી દોરી એંડિસ પર્વતનાં શિખરો, મેક્સિકો અને કેલિફોર્નિયામાં થઈ મૈંટ સેંટએલીઆસ અને અલાસ્કાથી એંકાકોગુઆ સુધી લઇ જઇએ અને મૈંટ એલિઆસથી ક્યૂરિલીયસ થઇને કામસ્ચાટકા અને ત્યાંથી જાપાનમાં થઇને ફિલિપ્પાઇનિ અને પેપુઆ, ન્યૂ કેલિડોનિયા, ન્યૂઝીલેણ્ડ, અને ત્યાંથી એંટાર્ટિક પ્રદેશમાં લઈ જઈએ તો એ લીંટી ઉપર બધા જ્વાળામુખીઓ આવી જાય છે. આમ જ્વાળામુખીઓ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પેસિફિક મહાસાગરને જાણે અગ્નિમય દોરડે વિંટી દેતા હોય નહિ, એમ જણાય છે.

ઉપર કહેલી જ્વાળામુખીની માળાની સાથે સંબંધ ધરાવતી પણ બીજી માળા હિંદી મહાસાગરના ઇશાન કોણ તરફના છેડાથી જાવામાં થઇને ટિમોર અને સુમાત્રાથી છેક સિયામ સુધી ગયેલી છે. આ શિવાય બીજા છૂટાછવાયા જ્વાળામુખીઓ પણ હોય છે. ભૂમધ્ય સમુદ્રના વિસુવિયસ, એટ્ના, સ્ટ્રોમ્બોલી અને સેરોરિન જ્વાળામુખીઓનો સમાવેશ એમાં થાય છે.

જે જ્વાળામુખીમાંથી હાલ લાવા વગેરે નિકળતાં હોય તે સજીવ અને જેમાંથી અમુક કારણોને લઇને હાલ કાંઈ નિકળતું ન હોય તે બંધ પડેલા–મૃતપ્રાય કહેવાય છે.

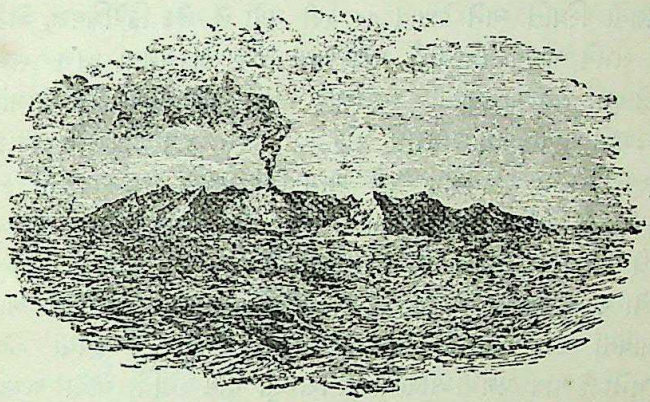
જ્વાળામુખી ફાટી નિકળતાં બહાર આવતા પદાર્થો કિયા બળ વડે બહાર ફેંકાય છે તેનો વિચાર કરતાં જણાય છે કે, અત્યંત તપેલી વરાળના બળે કરીને એમ બને છે. વરાળ સાથે બેશક બીજા વાતરુપ પદાર્થો હોય છે, પણ તેમનું પ્રમાણ ઘણું જ ઓછું હોય છે, એ કહી ગયા છીએ. પરન્તુ આ તપીને બહુ બળવાન બનેલી વરાળ તે ભૂકવચના પૃષ્ટ પરથી અંદર ઉતરીને જતા પાણીની બનેલી હોય છે, કે ભૂકવચની નીચે રહેલા ધગધગતા અર્ધપ્રવાહી પદાર્થમાંથી નીકળેલી હોય છે એનો નિર્ણય અદ્યાપિ થયો નથી.

આપણા પોતાના દેશમાં–હિંદુસ્તાનમાં હાલ સજીવ જ્વાળામુખી છે જ નહિ. મલાયાના સજીવ જ્વાળામુખીઓની માળા જેને સુંડા કહે છે, તેમાંથી જો કલ્પિત લીંટીને અગાડી વધારીએ તો તે લીંટી કેટલાક મૃતપ્રાય જ્વાળામુખીઓમાં થઈને જાય. આવા જ્વાળામુખીઓમાં બંગાળાના ઉપસાગરમાં આવેલા ઉજ્જડ ટાપુમાં આવેલો નિર્જિવ–મૃતપ્રાય–જ્વાળામુખી મુખ્ય છે. આ ટાપુ આણ્ડામાનનો ટાપુ જેના-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પર દેશપાર કરેલા ગુન્હેગારોને રાખતા તેની પૂર્વે ૧૨°–૧૫′ અક્ષાંશ અને ૯૩°–૫૪′ રેખાંશ પર આવેલો છે. હાલ તો એના જૂના શંકુનું ખવાઇ ગએલું શિખર અને મુખ આગળનો ભાગ નજરે પડે છે; અને ઉપરથી માત્ર બેએક મૈલ વ્યાસ જેટલી સપાટ



આ. ૯. બંગાળાના ઉપસાગરમાં આવેલો ઉજ્જડ ટાપુ અને મૃતપ્રાય જ્વાળામુખી.

જમીન જણાય છે. પણ એની ઉપર નવું શંકુ આકારનું શિખર દરીઆની સપાટીથી ૧૦૦૦ ફિટ ઉંચું આવેલું છે. આ જ્વાળામુખીનો પાણીની ઉપર દેખાતો ભાગ જોકે નાનો છે પણ એ શંકુનો પાયો પાણીની નીચે હજારો ફિટની ઉંડાઇએ છે. આ જ્વાળામુખી છેલ્લો ઇ. સ. ૧૭૮૯ માં ફાટયો હતો. એમ કહેવાય છે કે ઇ. સ. ૧૮૦૩ ની સાલમાં એ સજીવ હોય એમ જણાયું હતું. ત્યારપછી એ ફાટયો નથી. એમ છતાં એના મુખ અગાડી ગંધક વગેરે જામતું હોવાથી એમાંથી ધીમે ધીમે અદશ્ય વરાળ વગેરે નિકળવાનાં ચિન્હ માલમ પડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એ જ માળાની લીંટીમાં આવે એવો બીજો નિર્જિવ જ્વાળામુખી નારકોંડેમનો છે. વળી પુપા આગળ પણ એક ત્રીજો નિર્જિવ જ્વાળામુખી છે.

જ્વાળામુખીની અસરથી આપણે ત્યાં દક્ષિણમાં ઘણા મોટા પ્રદેશની સ્થિતિ અને દેખાવ જ ફરી ગયો છે. છેક ક્રિટેશિયસ, એટલે જે સમયે ચાકનાં વિસ્તીર્ણ પડો બંધાયાં છે તે, યુગના અંત સમયે દક્ષિણમાં જ્વાળામુખીની અસરથી ઘણા વિસ્તારવાળી ફાટોમાંથી નિકળીને લાવા બધે પથરાઇ ગયો હતો. આ નવા થએલા રોકને ભૂસ્તરવિદ્યામાં ટ્રેપ એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. આ નામ કાંઇ એ રોકની બનાવટ ઉપર લક્ષ રાખીને નહિ, પણ એના દેખાવને લીધે પાડવામાં આવ્યું છે. સ્વિડભાષામાં 'ટ્રાપા' એટલે પગથીઆં એવો શબ્દ મોજુદ છે. તે ઉપરથી યૂરોપિયન ભૂસ્તરવેત્તાઓએ આવા દેખાવના રોકોને ટ્રેપરોક નામ આપ્યું છે; કારણ કે દૂરથી જોતાં એમનો દેખાવ પગથીઆવાળી નિસરણી હોય નહિ, એવો જણાય છે. જ્વાળામુખીથી થએલાં પડોની વચ્ચે વચ્ચે, તેમની ઉપર, તળે, રાખોડી, અંગારા અને એવા બીજા પદાર્થોનાં પડો આવેલાં છે. જ્વાળામુખીથી બનેલાં પડો બહુધા બેસોલ્ટ નામના ખનિજનાં છે. બેસોલ્ટ રોક થાંભલાના જેવા સીધા ઉભા સ્ફટિકરુપે હોવાથી, તેમ જ તે સખ્ત હોવાથી પાણીથી વિશેષ ધોવાતો નથી. પણ વચલાં પડો ધોવાય છે, એટલે આવો નિસરણી જેવો દેખાવ બની રહે છે.

આ દક્ષિણનો ટ્રેપ હાલ ૨૦૦૦૦૦ ચોરસ મૈલના વિસ્તારમાં પથરાયલો છે. એ કચ્છ, કાઠીઆવાડ, ગુજરાત, દખ્ખણ, મધ્યહિંદુસ્થાન અને મધ્યપ્રાન્તમાં આવેલો છે. આમ છતાં પણ એનો હાલનો વિસ્તાર, પ્રમાણમાં એટલો તુચ્છ છે કે તે એનું મૂળ સ્વરુપ કેવડું હશે તે જણાવી શકે એમ નથી. સૈકાનાં સૈકાથી ધોવાણની ક્રિયા ચાલુ હોઈ તે ખવાઇ જાય છે, છતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એ બેસોલ્ટના મૂળ સ્વરુપમાંથી છૂટા થએલા ભાગ દૂર દૂર માલમ પડે છે. જે કાળે એ પથરાયો હશે તે વખતે કાંઇ નહિ તોપણ પાંચ લાખ ચોરસ મૈલ જેટલા વિસ્તારનો હશે એમ ધરાય છે !

મુંબાઇ પાસેના કિનારા ઉપર આ ટ્રેપની ઉંચાઇ હાલ ૧૦૦૦૦ ફિટની છે, દક્ષિણ તરફને છેડે ૨૦૦૦ થી ૨૫૦૦ ફિટની અને પૂર્વ તરફ અમરકંટક આગળ ૫૦૦ ફિટની છે. ઉત્તરમાં સિંધમાં એ માત્ર ૧૦૦ કે ૨૦૦ ફિટ જાડાઇનો છે. કચ્છમાં આશરે ૨૫૦૦ જાડાઇનાં પડ જડે છે. લાવાનાં પડ આસરે ૧૫ ફિટ જાડાઇનાં જણાય છે. પણ કોઇ કોઈ જગાએ તે ૫૦ ફિટ જાડાઇનાં પણ મળી આવે છે. આ પડોની વચ્ચે વચ્ચે રાખોડી, જવાળામુખીમાંથી નિકળેલા પદાર્થો અને માટીનાં પડ આવેલાં છે. કેટલીક જગાએ તો લાવાનાં પડોની વચ્ચે વચ્ચે ખાસ પડબંધ રોક બંધાયો હોય એમ પણ જણાય છે. આવાં પડોને '**ટ્રેપની અંદર આવેલાં પડો**' કહે છે. આવાં રાખોડી અને જવાળામુખીમાંથી નિકળતા પદાર્થોનાં પડો ઉપરથી જણાય છે કે જવાળામુખી તે તે ઠેકાણે જોરમાં ફાટી નિકળેલ હશે. બાકીની જગાએ રાખોડી વગેરેનાં પડોને અભાવે જોરથી ફાટી નિકળ્યા વગર મોટી લાંબી ફાટો વાટે નિકળીને આ લાવા પથરાયો હશે એવું અનુમાન થાય છે.

ગેઇસર્સ–ઉન્હા પાણીના ઝરાઃ–જવાળામુખીઓની જોડે સંબંધ રાખતા અને જેમાંથી ઉન્હું પાણી ફુવારાની પેઠે ઉડે છે એવા ઝરાઓને ગેઇસર્સ કહે છે. ભુકવચમાં નળના જેવાં બાકાં હોય છે તેમાં ઝરાનું બહુ જ ઉન્હું પાણી ઘણી ઉંડાઇ સુધી ઉતરે છે. એ બાકાંઓના મોં આગળ ગોળ રકાબી જેવો ખાડો હોય છે. સમય સમયને અંતરે આ બાકાંઓમાંથી ઉન્હું પાણી ફુવારાની પેઠે ઉડે છે. કેટલીક વખત તો પાણીની શેડો સો સો ફિટ કરતાં યે વધારે ઉંચી ઉડે છે. ઐસલેન્ડમાં આવા ઝરા છે. ઉડેલું પાણી પાછું જમીન ઉપર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડી ટહાડું થાય છે, અને પાછું બાકાંઓમાં ઉતરી જાય છે, અને ત્યાં અમૂક કાળસુધી ખૂબ ગરમ થઇ ઘણી જ ગરમ થઇ ગએલી વરાળના બળને લીધે પાછું ફુવારાની પેઠે ઉંચું ઉડે છે. આવા ઘણા ગેઇસર્સના પાણીમાં સિલિકા નામનો ખનિજ પીગળેલો હોય છે. એ સિલિકા આવા ઝરાઓની આજુબાજુ ઘણા પ્રદેશમાં પડી, ઠરીને તરેહ તરેહના રંગ અને આકારનાં પડરુપે બંધાઇ જાય છે. જે પ્રદેશમાં જ્વાળામુખીનું જોર નરમ પડી ગયું હોય છે અને જ્વાળામુખીઓ નિર્જિવ થઇ ગયા હોય છે, ત્યાં આવા ઝરા ઉત્પન્ન થાય છે. જે બળ જ્વાળામુખી ફાટતી વખતે ધગધગતો રસ અને બીજા રોકા વગેરે ઉંચે ઉરાડી શકતું, તે કમી થઇ જવાથી હાલ માત્ર વરાળ અને પાણીને જ ઉંચે ઉરાડે છે. જ્વાળામુખીની નળીની આજુબાજુનું ઉષ્ણતામાન એની ઉંડાઈના પ્રમાણમાં વધે છે. આમ થવાથી અંદરનું પાણી ઉકળે છે. પૃષ્ટ ઉપરથી અંદર જતું પાણી નીચેનાં પાણીપર દબાણ કરીને એને ઉકળવા દેતું નથી. એ નીચેના પાણીનું ઉષ્ણતામાન ઘણું જ વધી પડે છે. છેવટે જ્યારે નીચેના પાણીની વરાળનું બળ ઘણી જ ગરમીને લીધે એટલું વધી પડે કે, ઉપરના પાણીના દબાણને ન લેખવતાં, નીચલું પાણી ઉકળે અને વરાળ બળ કરીને બહાર નીકળી આવે, ત્યારે આ ગેઇસર ફુવારા રુપે બહાર આવે છે; અને નળીમાં જેટલું પાણી અને વરાળ હોય તે બહાર નીકળી જાય છે. ગેઇસર્સ સતત ન ઉડતાં સમયે સમયે ઉડે છે તેનું આ કારણ છે.

ધરતીકંપઃ–ભૂકવચની નીચેની આગ્નેય ઉપાધિવડે જ્વાળામુખી અને ગેઇસર્સ વગેરે કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે એ આપણે જોયું. એ જ ઉપાધિને લીધે ભૂકંપ–ધરતીકંપ–ધરતી ડોલવી વગેરે પરિણમે છે. ધરતીકંપ વખતે ભૂકવચમાં એક પછી એક આંચકાનાં મોજાં ઘણી ત્વરાથી ઉત્પન્ન થાય છે. આ મોજાંના આંચકા ચોતરફ મોટા વિસ્તારવાળા પ્રદેશમાં લાગે છે. સહજ ધરતીકંપ તો રોજનો બનાવ છે. સન ૧૮૪૩ ની સાલથી સન ૧૮૭૩ ની સાલ સુધી કરેલા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નિરીક્ષણવડે જણાયું છે કે તે વર્ષોમાં સરેરાસ દરરોજ ધરતીકંપના બે આંચકા થયા હતા. સારું છે કે જે ધરતીકંપ વડે મકાનો પડી જાય છે, ઝાડ ઉપડી જાય છે અને જગાએ જગાએ વિનાશ વિનાશ થઈ રહે છે તેનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું છે.

ધરતીકંપ થતાં પહેલાં અગર તે વખતે ભૂકવચની અંદરથી એક ખાસ અજાયબ જેવો અવાજ થતો સંભળાય છે. આ અવાજ દૂરથી સંભળાતા મોટી ઘંટી ફરવાના, ગાડાના અથવા દૂર દૂર થતી ગર્જનાના અવાજ જોડે મિંઢવાય એવો હોય છે. ભૂકવચમાં ધરતીકંપને લીધે ઉત્પન્ન થતી ઘણી ત્વરિત અગર ઓછી ગતિને લીધે આ અવાજ સંભળાય છે. આ મોજાં ધીમાં અને લાંબાં હોય તો આપણને ધરતીકંપની અસર જણાય છે.

જો ધરતીકંપ દરીઆમાં થાય તો તેને લીધે દરીઆના પાણીમાં ખળભળાટ થઈ ઘણાં જબરાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે. આ મોજાં કિનારા તરફથી દરીઆમાં ધસી જાય છે, એમ બને ત્યારે પાણી કિનારાપરથી ખસી જઈને તે ઉઘાડા પડે છે. પાણીનાં આ જબરાં મોજાં દરીઆમાં ધસી જઇ ત્યાંથી પાણીની કેટલાક ફિટની ઉંચી દિવાલ હોય નહિ એવું રુપ ધારણ કરી, કિનારા તરફ પાછાં ધસી આવે છે. મોજાંની આડી દિવાલ જમીન ઉપર ફરી વળી ઘણા મોટા વિસ્તારમાં ગામોનાં ગામો બોળી ઉજ્જડ કરી મૂકે છે. ધરતીકંપનો આંચકો કેટલી ઝડપે ગતિ કરે તેનો આધાર એ જે પડમાંથી જતો હોય તે પડની જાત ઉપર રહે છે. કેટલાક આંચકા એક વિપળમાં અમુક સો ફિટ જાય છે; એટલે કે એક જગાએ આંચકો લાગ્યો ત્યાંથી અમુક સો ફિટને અંતરે આવેલી બીજી જગાએ આંચકો લાગતાં એક વિપળ લાગે છે. કેટલાક આંચકા તો એક વિપળમાં હજારો ફિટની ઝડપે જતા માલમ પડે છે. દરીઆના તળીઆના પડમાં થઇને જતા આંચકાને લીધે ધરતીકંપ વખતે મોટાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે. તે જગાના દરીઆના પાણીની ઉંડાઇ પરત્વે સમુદ્રની અંદરનાં ધરતીકપનાં મોજાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આંચકાની ગતિ ઓછી વત્તી હોય છે. પણ જમીન ઉપરના આંચકાની ગતિ કરતાં આ દરીઆની અંદરના આંચકાની ગતિ સર્વથા થોડી હોય છે.

ધરતીકંપનો આંચકો તેના ઓછા વત્તા બળના પ્રમાણમાં ઓછા વત્તા વિસ્તારમાં લાગે છે. ઇ. સ. ૧૭૫૫ માં લિસ્બોન નગરમાં ધરતીકંપ થયો હતો. એ વખત એની અસરથી ૫૦૦૦૦ માણસો માર્યા ગયાં હતાં. અને એના આંચકા એટલાંટિક મહાસાગરને કિનારે કિનારે શાહરાથી ઐસલેન્ડ સુધી અને યૂરોપખંડનાં માંહીના ભાગમાં છેક પૂર્વ સ્વિટઝરલેન્ડ સુધી લાગ્યા હતા. ઈ. સ. ૧૮૩૫ ના ફેબ્રૂઆરીમાં ચિલિદેશમાં થએલા ધરતીકંપના આંચકા લગભગ છ લાખ ચોરસ મૈલના વિસ્તારમાં લાગ્યા હતા.

આપણા દેશ હિંદુસ્તાનની જ વાત કરીએ. જુદે જુદે વખતે આપણા દેશમાં થએલા ધરતીકંપને સંબંધે સહજ કહી ગયા છીએ. ઈ. સ. ૧૭૨૦ માં દીલ્લીમાં, ઇ. સ. ૧૭૩૭ માં કલકત્તામાં, ઈ. સ.૧૭૬૨ માં પૂર્વ બંગાળા અને આરાકાનને કિનારે, ઇ. સ. ૧૮૧૯માં કચ્છમાં, ઇ. સ. ૧૮૮૫ માં કાશ્મિર અને બંગાળામાં, ઇ. સ. ૧૮૯૭ માં આસામમાં અને ઇ. સ. ૧૯૦૫માં પંજાબની કાંગ્રાવેલીમાં જબરા ધરતીકંપ થયાની નોંધ છે. આ બધા ધરતીકંપ હિંદુસ્તાનના સપાટ પ્રદેશમાં અગર તેની આજુબાજુ એક લંબગોળ બને એવી લીંટીમાં જ થયા હતા.

ઈ. સ. ૧૮૯૭ નો આસામનો ધરતીકંપ જૂન માસની ૧૨ મી તારીખે થયો હતો. એનો આંચકો ૧૨૦૦૦૦૦ ચોરસ મૈલના વિસ્તારમાં લાગ્યો હતો. એને લીધે મૂળ જગાની આજુબાજુ દશ હજાર મૈલના વિસ્તારની જગામાં તો ભૂકવચમાં મોટી ફાટો, રેતીના ઢગલા, અને ભૂકવચમાં નાની નાની તૂટ થઇ ગઈ હતી. મકાનોનો તો ખોડો નિકળી ગયો હતો. એ ઉપરાંત નાના પર્વતોની ઉંચાઈ અને તેમનાં એક બીજાની વચ્ચેના અંતર ધરાધરીમાં પણ ફેર પડી ગયો હતો. સપાટ પ્રદેશમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તો આ ધરતીકંપની અસર ઘણી જ જણાઇ હતી. એના આંચકા અમદાવાદ જેવી ઘણી જ દૂર આવેલી જગા સુધી લાગ્યા હતા! આસામ અને બંગાળામાં કેટલીક નદીઓનાં પાત્રો સંકડાઈ ગયાં હતાં! રેલ્વેના પાટા વાંકા થઇને લગભગ બેવડા વળી ગયા હતા; કેટલાક પૂલો પણ દબાઇને સંકોચાઇ ગયા હતા: તેમ જ લાખો જગોએ ભૂકવચમાં નવી ફાટો પડી ગઈ હતી. ઇ. સ. ૧૮૯૭ પછી પણ આ જ પ્રદેશમાં નરમ આંચકા ઘણી વાર લાગ્યાં જ જાય છે. એકલા ઇ. સ. ૧૮૯૮ ના વર્ષમાં જ ૩૦૦૦ આંચકા લાગ્યા હતા!

ઇ. સ. ૧૯૦૫ના એપ્રિલની ચોથી તારીખે કાંગ્રાવેલીમાં ધરતીકંપ થયો હતો. એમાં લગભગ ૨૦૦૦૦ માણસો ગતપ્રાણ થયાં હતાં. એકસો અને સાઠ મૈલના વિસ્તારમાં આ આંચકાનું બળ વિશેષ લાગ્યું હતું. એના વડે ૫૮ ૦૦ ચોરસ મૈલના વિસ્તારમાં મકાનોને બહુ નુકશાન થયું હતું. આ ધરતીકંપનું મૂળ કારણ ભૂકવચમાં ઘણી ઉંડાઇએ હોવાથી ઘણા જ વિસ્તારમાં એટલે ૨૭૦૦૦ ચોરસ મૈલના વિશાળ પ્રદેશમાં એની અસર જણાઈ હતી. પશ્ચિમમાં કવેટા, દક્ષિણમાં સુરત, પૂર્વમાં બંગાળા અને આસામમાં લખીમપુર સુધી એના આંચકા લાગ્યા હતા.

બધા ધરતીકંપોમાં આંચકાની સંખ્યા કાંઈ સરખી હોતી નથી, તેમ જ તે સરખા સમય સુધી લાગતા યે નથી. કેરાક્કાસના ધરતીકંપમાં ૧૦૦૦૦ માણસો મરી ગયાં હતાં, એનો આંચકો માત્ર અડધી પળ સુધી જ લાગ્યો હતો. પણ લિસ્બોન નગરના ધરતીકંપનો આંચકો પૂરેપૂરાં પાંચ પળ સુધી પહોંચ્યો હતો. ઇ. સ. ૧૮૯૧ નો જાપાનનો મીનોનો ધરતીકંપ થઇ ગયા પછી નાના નાના ઘણા આંચકા લાગ્યા હતા. ઈ. સ. ૧૮૯૩ ની સાલ પૂરીયે થઇ નહોતી એટલામાં તો ત્યાં લાગેલા નાના આંચકાની સંખ્યા ૩૩૬૫ ની ગણાઈ ચૂકી હતી!

ભૂકવચ ઉપર ધરતીકંપની અસર જોવા જઇએ તો એનાથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જમીન ઉંચી થઇ આવે છે, અગર નીચે બેસી જાય છે. જમીનમાં મોટા મોટા ચીરા અગર ખો પડી જાય છે. ઇ. સ. ૧૮૨૨ માં ચિલિમાં થએલા ધરતીકંપને લીધે ત્યાંનો દરીઆ કિનારો સદાને માટે ત્રણથી ચાર ફિટ ઉંચો થઈ ગયો. એ જ સાલમાં (ઈ. સ. ૧૮૨૨ માં) કચ્છમાં કેટલાકે હજારો ચોરસ મૈલના વિસ્તારવાળા રણની સપાટી સમુદ્રની સપાટી કરતાં નીચી થઇ ગઈ. ન્યૂઝીલેણ્ડમાં ઇ. સ. ૧૮૫૫ માં થએલા ધરતીકંપને પરિણામે ૫૦૦૦ ચોરસ મૈલ જેટલા પ્રદેશની સપાટી નવ ફિટ ઉંચી થઇ ગઇ અને ત્યાં આગળ છ થી નવ ફિટ પહોળી અને લગભગ નેવુ મૈલ લાંબી ફાટ પડી ગઇ. મીનોના ઇ. સ. ૧૮૯૧ ના ધરતીકંપ વખતે ચાળીશેક મૈલ લાંબા પડખાં તૂટ પડી પડોદય થયો હતો.

ભૂકવચની નીચે વરાળના ધડાકાને લીધે ધરતીકંપ થાય છે એમ કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓનો અભિપ્રાય છે. વળી બીજા કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓનો મત એવો છે કે ભૂકવચમાં, ગમે તે કારણે, એકાએક તૂટ પડવાથી પડોમાં ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે; અને એને લીધે ધરતીકંપ થાય છે. ધરતીકંપ મુખ્યત્વે દરીઆકાંઠા પર, પર્વત માળાઓમાં, અને બહુધા જ્યાં ભૂકવચમાં જુદીજુદી જાતનાં ઘણાં પડો મળ્યાં હોય ત્યાં વિશેષે થાય છે. આ બન્ને મત ખરા હોવાનો સંભવ છે. જ્વાળામુખીના પ્રદેશમાં ધરતીકંપ થાય છે તે વરાળના ધડાકાને લીધે; અને બીજા પ્રદેશમાં થતો ભૂકંપ પડોના ખસી જવાને લીધે થાય છે. સ્પેનની પૂર્વેથી લીંટી દોરી, ભૂમધ્યસમુદ્રના પાત્રમાં અને મધ્ય એશિયામાં થઇને પેસીફિક મહાસાગરના કિનારાની આજુબાજુ લઈ જઇએ તો એ લીટીને રસ્તે વર્તમાન જ્વાળામુખીની માળા આવેલી છે.

ભૂકવચમાં થતા અદૃશ્ય ફેરફાર.

ભૂકવચમાં થતી અદૃશ્ય અને ઉંચી નીચી ગતિને લીધે થતી અસર એ આગ્નેય ઉપાધિયોમાં જ્વાળામુખી અને ધરતીકંપના કરતાં પણ પ્રમાણમાં વધારે ફેરફાર કરનાર ઉપાધિ છે. પૂનાની 'સાયન્સ કોલેજ' ના સમર્થ પ્રિન્સિપાલ ડા૦ થીઓડોર કૂક એમણે પોતાના વિદ્યાર્થિયો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સારું ભૂસ્તરવિદ્યાનું એક નાનું પુસ્તક લખ્યું હતું. એ પુસ્તકનું સરકારે ગુજરાતી ભાષાન્તર કરાવ્યું હતું. આપણી ભાષામાં આ વિદ્યાનું એ એક જ સારુ પુસ્તક છે. એ પુસ્તકમાં ભૂકવચની અદૃશ્ય અને ઉંચી નીચી ગતિને માટે "અલ્પ ફેરફાર" એવો ભૂલાવો ખવડાવે એવો શબ્દ લખ્યો છે. આ ફેરફાર અલ્પ નહોતાં, ખરું કહીએ તો બીજી રીતે થતા ફેરફારોના કરતાં બહુ જ જાદે છે. છતાં એ ફેરફાર એવા તો અદૃશ્ય અને રફતે રફતે થાય છે કે માણસનું ધ્યાન તેમની તરફ સહજ ખેંચાતું નથી. સૈકાંનાં સૈકાં જતાં દેખાઇ આવે છે કે આ ફેરફાર થયો. એ ફેરફારને લઇને સામાન્યતઃ ભૂપૃષ્ટની સપાટી ઉંચી નીચી થાય છે. આવા ફેરફાર આપણે દરીઆની સપાટીની સાથે સરખામણી કરીને જાણી શકીએ. દરીઆની સપાટી સતત એક સરખી જ રહે છે એમ માની લઇ, જમીનની સપાટી ઉંચી નીચી થઈ એ નક્કી કરીએ છીએ. જો કે એ વાત ભૂલવી ન જોઇએ કે દરીઆની સપાટીમાં પણ ફેર હોય છે. ભર દરીઆની સપાટી કરતાં કિનારા પાસે તેમની સપાટી ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે સહેજ વધારે ઉંચી હોય છે. વળી સમુદ્રના તળીઆનો વિસ્તીર્ણ પ્રદેશ નીચે બેશી જવાથી ખાલી પડેલી જગામાં પાણી ભરાઇ જાય છે તેથી એની સામાન્ય સપાટી નીચી યોજાય છે. તેમ જ ભૂસ્તરના જે કાળમાં ઠંડક વિશેષ હતી ત્યારે ધ્રુવ તરફ બરફ જામવાને પાણી જવાથી દરીઆની સામાન્ય સપાટી ઓછી થાય અને તેવી જ રીતે ગરમીના યુગમાં એ પાણી ત્યાંથી પાછું પ્રવાહીરુપ ધારણ કરીને છૂટું પડતાં દરીઆની સપાટી સ્હેજ ઉંચી જાય. આવી રીતે એક અગર વધારે કારણોને અંગે, અગર હાલ આપણને જેનો ખ્યાલ નથી એવાં કારણોને અંગે દરીઆની સપાટીમાં સહજ ફેરફાર થયાં જ જાય છે. આ બધું છતાં પણ દરીઆની સપાટી સરખી જ રહે છે એમ કહીએ તો છેક ખોટું નથી; અને એમ હોવાથી જ આપણે આ અદૃશ્ય ફેરફાર દરીઆની સપાટીની સાથે સરખાવીને માપીએ છીએ; નક્કી કરીએ છીએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જમીન ઉંચી જવાના ઘણા દાખલા મળી શકે એમ છે. ગ્રીક-લોકોએ દક્ષિણ ક્રીટના ટાપુમાં વહાણોને માટે બાંધેલો પુસ્તો હાલ મોટામાં મોટા–અમાસના–જુવાળની સીમા કરતાં યે ઉંચે આવી ગયો છે. સ્ટોકહોમની ઉત્તરે દરીઆની સપાટીની નોંધ રાખવા ખોસેલાં લાકડામાં પાડેલા ખાંચા હાલ ભરતીની સપાટી કરતાં યે કેટલા ઇંચ ઉંચે આવી ગયા છે. આ પ્રમાણે ઉત્તર સ્વીડનનો કિનારો સો વર્ષમાં ૨½ ફીટ ઉંચો થયો છે. મધ્ય સ્વીડનમાં દરીઆમાં રહેલાં શંખલા વગેરેનાં પડ દરીઆની સપાટીથી ૧૦૦ થી ૨૦૦ ફીટની ઉંચાઇએ દેખાઇ આવે છે. નોર્વેમાં આવાં દરીઆઈ પ્રાણીઓનાં પડો દરીઆની સપાટીથી ૭૦૦ ફીટ ઉંચે અને દક્ષિણ અમેરિકામાં ૧૩૦૦ ફીટ ઉંચે માલમ પડે છે. કેટલીક જગાએ દરીઆનાં પાણી ઉંચેથી ખસી ખસીને નીચે નવા ઉઘાડા પડેલા કિનારાનો દેખાવ પગથીઆં જેવો બની ગએલો સાફ દૃષ્ટિગોચર થાય છે.

આથી ઉલટું હોલાંડ અને ગ્રીનલેણ્ડના કિનારા નીચે બેસતા જાય છે. હોલાંડમાં તો દરીઆનાં પાણી દેશપર ફરી ન વળે માટે દિવાલો બાંધવી પડે છે. કેટલાક કિનારાપરનાં ગામો વગેરે હાલ દરીઆની સપાટીથી ઘણાં નીચાં જતાં રહ્યાં છે. જેમેઇકામાં કિંગ્સ્ટન નામના જૂના ગામનો કેટલોક ભાગ તો દરીઆની નીચે આવી ગયો છે. વળી નેપલ્સની પાસે રોમન લોકોના જૂના હમામનું ખંડેર છે. એ હમામને લોકો ગેરસમજણમાં સીરાપીસનું દેવળ કહે છે. એ તો ખુલ્લું જ છે કે એ હમામ બાંધતી વેળાએ પાણીની નીચે તો નહિ જ બાંધ્યું હોય. છતાં હાલ મોજુદ ઉભેલા એવા એના કેટલાક થાંભલામાં પાણીમાં રહેનારાં અને દરીઆમાં જ જીવે એવાં જંતુઓએ કોરીને કાંણાં પાડયાની એંધાણીઓ નજરે પડે છે. એટલું જ નહિ પણ થાંભલાની બેસણીથી વીસ ફીટ ઉંચે આવાં જંતુઓએ પાડેલાં કાંણાં-ઓમાં દરીઆઈ જંતુના શંખલા અને અવશેષ પણ ભરાઈ રહેલા જણાય છે. તેમ જ એટલી ઉંચાઈએ થાંભલા ઉપર દરીઆઈ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જંતુઓએ પોતાનાં ચૂર્ણ પાષાણનાં બાંધેલાં ઘર પણ ચોંટેલાં મોજુદ છે. આથી સાફ જણાય છે કે એ જગાએ ભૂકવચ નીચું, તેમ જ ઉંચું ગએલું છે. વિસુવિયસ પર્વતની પાસે આ જગા આવેલી છે; અને એ જગાએ ભૂકવચમાં આવા ફેરફાર વારે ઘડીએ અને થોડા કાળમાં થયાં કરે છે.

આપણા દેશની જ વાત લો. ઈ. સ. ૧૮૧૯ માં કચ્છના રણનો મોટો ભાગ દરીઆની સપાટીથી નીચો થઇ ગયો તે કહ્યું છે. રણનો પશ્ચિમનો ભાગ નીચો થઇ ગયો અને લગભગ બે હજાર ચોરસ-મલ જેટલા વિસ્તારની જમીન પર ૧૨-૧૫ ફીટ ઉંડો છછરો દરીઓ ફરી વળ્યો! વળી તે જ વખતે સિંધુ નદીના તળી દીધેલા પાત્રની આડો પચાસ મૈલ લાંબો બંધ થઇ ગયો! ઉત્તર તરફથી એ બંધની ઉંચાઇ બિલ્કુલ જણાતી નથી; પણ દક્ષિણ તરફથી જોતાં એ ૧૫ થી ૧૮ ફીટ ઉંચો જણાય છે. આ ઉપરથી સાબિત થાય છે કે જમીન ઉંચી આવી નથી, પણ દક્ષિણ તરફની જમીન નીચે બેસી ગઇ છે, આ પ્રમાણે એક રાતમાં જ બનેલા આ ચમત્કારી ફેરફારને લોકોએ 'અલાબંધ' એટલે ઇશ્વરે બાંધેલો બંધ એવું યથાયોગ્ય નામ આપ્યું છે. સિંધુ નદીની રેલનાં પાણી એનાથી કેમ અટકતાં નથી એ ખુલ્લું છે.

આણ્ડામેન અને નિકોબારના ટાપુઓનો આરાકાનના સાથેનો સંબંધ પણ વચમાં આવેલા દરીઆનું પાત્ર-તળીઉં-નીચું બેસી જવાથી જ તૂટી ગયો છે; આ બનાવ પણ કાંઈ જૂનો નથી. મુંબા-ઇના ટાપુના પૂર્વ તરફના કિનારાની નીચે કાદવમાં ઉભાં ને ઉભાં દટાયલાં જંગલો મળી આવે છે. ભરતીનું પાણી છેક ઓસરી જાય ત્યારની સપાટીથી આ જંગલો ૧૦-૧૨ ફીટ નીચે ઉંડાં-આવેલાં છે. તિનેવેલીના કિનારા પર પણ આવાં જંગલ જણાય છે. એ તરફનો તિનેવેલી આગળનો કિનારો ઉંચો જઇને દરીઓ ખસીને આઘો ગયાનાં ચિન્હ પણ મળી આવે છે. વળી નર્મદા અને તાપીનાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાત્ર સામાન્યતઃ પત્થરવાળાં છે છતાં એ નદીઓમાં જુના જળમળના બનેલા કાદવનાં પડો બન્યાં છે. એથી એ નદીઓના પૂર્વ તરફના ઉપલાણ અને પશ્ચિમ તરફના નીચાણના પાત્રની સપાટીમાં ફેરફાર થઇ ગયો છે એ જણાય છે.

આ પ્રમાણે કુદરત આગ્નેય ઉપાધિયો વડે ભૂકવચમાં નિરંતર ફેરફાર કરી આપણી પૃથ્વીનું સમતોલપણું સાચવી રાખી ભૂપૃષ્ટને આપણને વસવા યોગ્ય સ્થિતિમાં રાખે છે.

(૪)

ઉદક ઉપાધિથી બનેલા જળમળના પડબંધ રોક.

ભૂકવચનું પૃષ્ઠ ઓછાવત્તા સખત અને ઘનરુપ પદાર્થો–રોકોનું બન્યું છે એ આપણે જાણીએ છીએ. આ રોકો બે જાતના હોય છે. એક જાત જળમળ રોક, તે ઉદક ઉપાધિથી બનેલી હોઈ, બીજી જાત, જે ઓછીવત્તી બિલોર જેવી હોય છે તે, મુખ્યત્વે આગ્નેય ઉપાધિ વડે બનેલી છે.

જળ–ઉદક ઉપાધિથી થયેલા રોક પાણીની અંદરના મળના ઠરીને નીચે બેસવાથી જ બને છે. એ ઉપરથી એ રોકોને **જળમળરોક** પણ કહે છે. પાણીમાં ઠરીને નીચે બેસતાં તેઓ ક્ષિતિજસમસૂત્ર પડોરુપે પથરાય છે. એ ઉપરથી એ રોકોને **પડબંધરોક** પણ કહેવાય છે. એક પછી એક એમ બંધાવાથી તેમની પડબંધ રચના સાફ જણાઈ આવે છે.

આપણે ઘણાંએ તળાવો પૂરાઇ જતાં જોઇએ છીએ. તેઓમાં દર વર્ષે નવું પાણી આવે છે. એ પાણી પોતાની જોડે મળ વગેરે ખેંચી લાવે છે, અને કાળે કરીને તળાવના પાત્રમાં એ મળ ઠરી જઇ તેનાં પડ બંધાય છે. એમ થતાં થતાં ઘણે વર્ષે તળાવ પૂરાઇ જાય છે. મળ જ્યારે ઠરે છે, ત્યારે તેમાંના મોટા કાંકરા વગેરે પહેલા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તળીએ બેસે છે; પછી નાના અને છેવટે છેક ઝીણો મળ ઠરી જઈ તેનાં પડ બને છે. આ પડો કાંઈ ચોપડીનાં પાનાની પેઠે એક ઉપર એક એમ બરોબર ગોઠવાતાં નથી. પણ સપાટ એટલે ક્ષિતિજસમસૂત્ર બંધાય છે. ઘણીક નદીઓના વહેણમાં વચ્ચે તળાવ આવી જાય છે. નદી તળાવની એક બાજુએથી તેમાં પ્રવેશ કરી બીજી બાજુએ નિકળી વહેવા માંડે છે. આમ થતાં પડ બંધાય છે.

આપણે જોયું કે આવી જાતના રોક જળઉપાધિવડે બંધાયલા હોવાથી તેમને **ઉદકરોક**, પાણીની અંદરના મળના ઠરવાથી બનેલા હોવાથી **જળમળરોક**, અને પડરુપે બંધાવાથી **પડબંધરોક** કહેવાય છે.

આ જાતના રોક જ્યારે પ્રથમ પથરાઇને બંધાય છે ત્યારે સખ્ત હોતા નથી. છેક ભગરા, અડતાં ભાગી જાય એવાથી માંડીને ઓછીવત્તી સખ્તાઇવાળા હોય છે. પરંતુ ભૂકવચમાં તો તેઓ ઓછા-વત્તા સખ્ત માલમ પડે છે. તેઓ કાંકરીના પથ્થર રુપે, રેતીના એટલે વેળુપાષાણરુપે, ઠરી ગએલા કાંપને રુપે, ચૂર્ણપાષાણની ઓછીવત્તી સખ્ત જાતોરુપે, અગર ખનિજ કોલસાને રુપે દૃષ્ટિગોચર થાય છે.

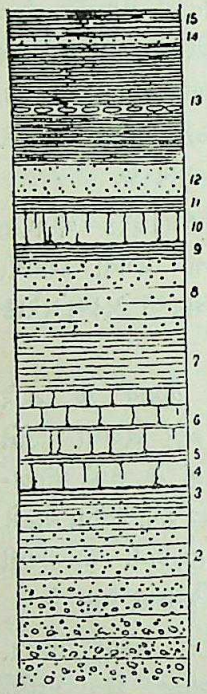
એક ઉપર એક એમ બંધાવાને લીધે ઉપરનાં પડોનું નીચલાં પડો ઉપર દબાણ થાય છે તેને લીધે, તેમ જ બીજા એવા પદાર્થો હોય છે કે જેઓ પથરાયલા પદાર્થ સાથે મળી તેનાં રજકણો વચ્ચે આવી જઇ તેમને એક બીજા સાથે સજ્જડ ચોંટાડી દે છે, તેને લીધે મૂળે ભગરાં પડો સખ્તરુપ ધારણ કરે છે.

રોકોને આમ સજ્જડ બનાવનારા પદાર્થો પૈકી **લાઈમકાર્બોનેટ, સિલિકા, લોઢાના ઓક્ષાઈડો** અને **લોઢાના કાર્બોનેટો** મુખ્ય છે. આ પદાર્થો જેમાં પીગળ્યા હોય એવું પાણી બંધાયલા રોકોમાં ઉતરે છે અને એનાં રજકણો વચ્ચે અને તડો વચ્ચે ભરાઈ ઘનરુપ ધારણ કરી રોકોને ઘટ્ટ અને સખ્ત બનાવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બંધાતી વખત પડો ક્ષિતિજ સમસૂત્ર બંધાય છે. પાસેની આકૃતિમાં ઉપરથી નીચલી તરફ જતાં, શેલ, વેળુપાષાણ, ગાંગડાદાર શેલ, કાદવનો પથ્થર, ચૂર્ણપાષાણ, માટી, વેળુપાષાણ, વેળુ મિશ્રિત માટી, ચૂર્ણપાષાણ અને શેલ, શેલ, ચૂર્ણપાષાણ, વેળુપાષાણનું રુપ ધારણ કરતો સીમેંટનો પથ્થર, અને કાંગ્લોમિરેટ એનાં ક્ષિતિજસમસૂત્ર બંધાયલાં પડોનું દૃશ્ય છે.



આ. ૧૦. રોકોની પડબંધ રચના.

આ પ્રમાણે બંધાયલાં પડો જ્યાં સુધી સપાટને સપાટ રહે છે ત્યાં સુધી **ક્ષિતિજ-સમસૂત્ર** પડો કહેવાય છે. પણ જ્યારે એકાદ બાજુથી ઉંચાં નીચાં થઇ ગયાં હોય છે ત્યારે તેને **વાંકાં થએલાં પડ** અગર **અસમાન્તર પડો** કહે છે. પડ કેટલાં વાંકાં થયાં છે તેનું માપ લેઇ શકાય છે.

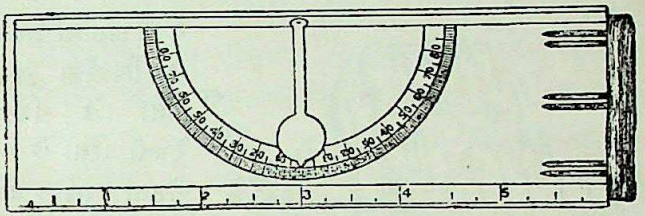
બંધાયલાં પડની સપાટી ક્ષિતિજની સાથે જેટલા અંશનો ખૂણો કરતી હોય તેટલા અંશ એ પડ વાંકાં થયાં કહેવાય. પડની વાંકાશ જણાવવાને ટૂંકામાં એમનો **પડખૂણ** અમુક અંશનો છે અથવા એમનો પડખૂણ આટલા અંશનો છે એમ બોલાય છે. કોઈ પણ પડનો પડખૂણ માપવાનું કામ બહુ જ સરળ અને સહેલું છે. બેશક એને સારુ યન્ત્રો મળે છે; પરન્તુ એવાં મોઘાં કિલનોમિટરનું ખર્ચ કર્યા વગર આપણે ઘેર પણ કિલનોમિટર

આ. ૧૧. નક્કર જમીનનું બંધાવું. નીચલાં પડોના ઉઘાડા થએલા છેડા ઉપર તેમને **અસમાન્તર** બંધાયલાં પડો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બનાવી શકાય. માત્ર એક જાડા કાગળનું પૂઠું અને દરેક દિશામાં ફરી શકે એવો લોલક જેવો કાંટો, એટલાંનો જ ખપ પડે છે.



આ. ૧૨. કિલનોમિટર–પડખૂણા માપવાનું સાદું યંત્ર.

કિલનોમિટરને પડની સપાટી પર મૂકીએ તો એ વાંકું રહે અને લોલક જેવો કાંટો પણ વાંકો થાય અને નીચે અર્ધ ગોળમાં ચિતરેલા અંશના આંકડા ઉપરથી એ પડો ક્ષિતિજની સાથે કેટલા અંશનો ખૂણો કરે છે તે જણાય.

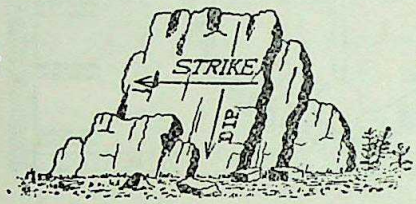
બંધાયા પછી પડ ઉંચાં, નીચાં કે વાંકાં થાય છે એ કહી ગયા. પડ અમુક દિશામાં ફેલાય છે. જે દિશામાં પડ ફેલાય છે એ દિશાને **પડવિસ્તારરેષા** કહે છે. ધારો કે એક પડ પૂર્વ પશ્ચિમ ફેલાયલું છે, તો એની પડવિસ્તારરેષા પૂર્વ પશ્ચિમની છે એમ કહેવાય. વસ્તુતઃ પડના ફેલાવાની સપાટી ક્ષિતિજની સાથે છેદ જ કરે છે. એક પાણી ભરેલા વાસણમાંના પાણીની સપાટી ઉપર ગંજીફાનું એક પત્તું સહેજ ઢળતું રાખીને અડકાડીએ અને ગંજીફાની સપાટી ઉપર પાણીનું ટીપું મૂકીએ તો એ ટીપું ઉંચેથી નીચલી તરફ વહી જશે; અને એના વહેવાથી એક ભીની લીંટી થશે. ગંજીફાની પહોળાઇ તે **પડવિસ્તારરેષા** અને પાણીનું ટપકું સરી જવાથી થએલી લીંટી તે પડખૂણની દિશા. પડવિસ્તારરેષા અને પડખૂણની દિશા હમેશ એક બીજાને કાટખૂણે જ હોય, એ સમજાય એવું છે. પડો ક્ષિતિજની સાથે જેટલા વાંકથી છેદન કરે છે એટલે કે ક્ષિતિજની સમસૂત્ર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

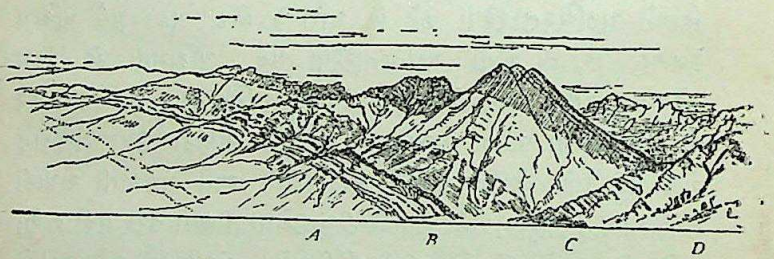
રેષા અને પડવિસ્તારની રેષા એ બન્નેથી જેટલા અંશનો ખૂણો થાય એટલો **પડખૂણ** કહેવાય છે.

આ આકૃતિમાં કેટલાંક વાંકાં થએલાં પડ છે. આ પડ **ख** અને **ग** ની દિશામાં ફેલાયલાં છે. ચિતરેલા તીરની દિશા તે વિસ્તાર રેષાની દિશા છે અને જેટલાં વાંકાં થઇને ક્ષિતિજને સમસૂત્ર લીંટી દોરીએ તેની સાથે જેટલા અંશનો ખૂણો કરે–**अ, ब** અને **क** આગળ–એ એનો **પડખૂણ** કહેવાય. ચિત્રની અંદરનાં પડોની પડવિસ્તારરેષા પૂર્વ પશ્ચિમ છે.



आ. ૧૩ પડખૂણ એ પડ વિસ્તાર રેષા.

આ પ્રમાણે ફેલાતાં પડના છેડા કેટલીક જગાએ પૃથ્વીના પૃષ્ટ ઉપર ખૂલ્લા થાય છે, એટલે કે છેક ઉપર આવી એના છેડા ઉઘાડા થાય છે. આમ બને ત્યારે **પડોદય** થયો એમ કહેવાય છે. નીચેની



आ. ૧૪. પર્વતના ઢોળાવ ઉપર થએલા આઉટક્રોપ–પડોદય.

આકૃતિમાં પડ વાંકાં થઈને ઉપર આવી A, B, C, અને D આગળ તેમનો પડોદય થયો છે. બીજા શબ્દો વાપરીએ તો તેના છેડા પૃથ્વીની સપાટી પર આવી ખૂલ્લા થયા છે. પડની પહોળાઇનો

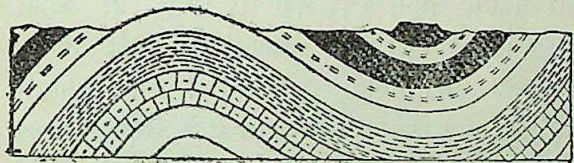
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સહજ ભાગ જ ખૂલ્લો થયો હોય તો પદોદય માત્ર લીંટી જેવો હોય; અને વધારે પહોળાઇ ખૂલ્લી થઇ હોય તો પડોદય પણ વિસ્તારવાળો હોય, એ સમજાય એવું છે.

ક્ષિતિજ સમસૂત્ર બંધાયલાં પડો જ્યારે ઉંચાં નીચાં થાય છે, ત્યારે તેમની ક્ષિતિજસમસૂત્રતા જળવાઈ રહે નહિ એ ઉઘાડું છે. જ્યારે આમ બને છે ત્યારે પડ **ઢાળવાળાં** થાય છે. આ ઢાળ ઘોડાના ખોગીરની પેઠે, અગર શંકુની પેઠે ચોતરફ ઢળતો હોય છે. અથવા તો પાણી ભરવાના ડોળની બાજુઓની પેઠે ચોતરફથી આવીને એકઠો થતો હોય નહિ એવો હોય છે.

આ બન્ને તરહેના, એક બિંદુથી ચોતરફ ફેલાતા અને ચોતરફથી આવીને એક બિંદુમાં મળતા, ઢાળને ભૂસ્તરવિદ્યામાં પારિભાષિક નામ આપ્યાં છે. A આગળનો ઢાળ **વિયોગાંશનો** ઢાળ અને S આગળનો **સંયોગાંશનો** ઢાળ કહેવાય છે.



આ. ૧૫. A. વિયોગાંશનો અને S સંયોગાંશનો ઢાળ.

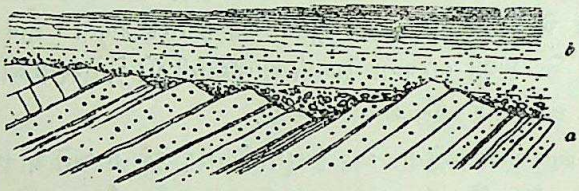
ચિત્રમાં A અગાડીથી ચોતરફ બધી દિશામાં ઢાળ ફેલાય છે. અને S આગળ પડો સઘળી દિશામાંથી આવીને ઢાળ નીચલી બાજુએ એકઠો થતો હોય નહિ, એમ જણાય છે.

વર્ષાદ, વાતાવરણ અને બીજાં અનેક કારણોને લીધે પૃથ્વીના પૃષ્ટ ઉપરનાં પડો નિરંતર ખવાઈ જાય છે, ધસાઈ જાય છે અને ધોવાઇ જાય છે, એ આપણે જોયું. પડો વાંકાં વળી જવાની, ઉંચાં આવવાની, મરડાઇ જવાની અને તેમ થતાં તેમને એક બીજાં ઉપર ચઢી જવાની વખતે એવડું વળી જવાની, તૂટીને દૂર જવાની, આ બધી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ક્રિયાઓ એવી તો રફતે રફતે થાય છે કે સૈકડો વર્ષ થઇ જતાં જ આપણું ધ્યાન ખેંચે. આવા આવા ફેરફારો જે કારણ અથવા કારણોને લઇને થાય છે તે શું છે તે ભૂસ્તરવેત્તાઓ જાણતા નથી; છતાં પૃથ્વીના પૃષ્ઠની સપાટીને સમાન્તર કોઈ બળવિશેષ હોઇ, તેને લીધે આ બનાવો બને છે એ તો નિર્વિવાદિત છે.



આ. ૧૬. નીચલાં પડોના છેડા ઉપર સમાન્તર પડોનું તેમને અસમાન્તર બંધાવું.

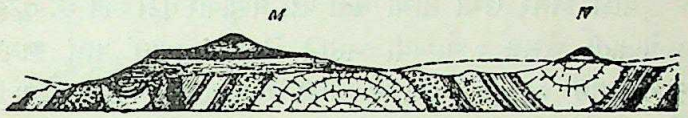
પડો વાંકાં વળીને ઉપર આવ્યાં હોય ત્યાર પછી વળી વસ્તુ-સ્થિતિમાં ફેરફાર થવાથી તેમના ઉપર નવાં પડ બંધાય છે. આવી રીતે જ્યારે પડો બંધાય છે ત્યારે ઉપર બંધાયલાં નવાં પડો નીચલાં પડો સાથે સામાન્યતઃ પડો બંધાતી વખતે બને છે તેમ સમાન્તર નહિ, પણ અસમાન્તર હોય છે. આમ કેમ બને છે એ સહજ સમજાય એવું છે. આવા સંયોગમાં એ પડોની રચનાને અંગે બોલતાં તેમને **અસમાન્તર પડો** કહેવામાં આવે છે. પાસેના સોળમા ચિત્રમાં પડોના એક a સમુદાયનાં પડો પોતપાતાને સમાન્તર પણ b સમુદાયનાં પડોને અસમાન્તર કહેવાય છે. પોત પોતામાં સમાન્તર હોઇ વાંકાં વળી તેના છેડા ઉભા ઉંચા આવી પડોદય થયા પછી વસ્તુસ્થિતિમાં ફેરફાર થવાને સબબે ઉપર નવા થયલા સમુદાયનાં પડો એમને અસમાન્તર બંધાય છે, જો કે નવાં પડો માંહોમાંહી તો સમાન્તર બંધાયાં છે.

ઘણી વખત એમ પણ બને છે કે જૂના રોકનો ભાગ નવા બંધાયલા રોકોની સપાટી ઉપર આવે છે અને એની આજુબાજુ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

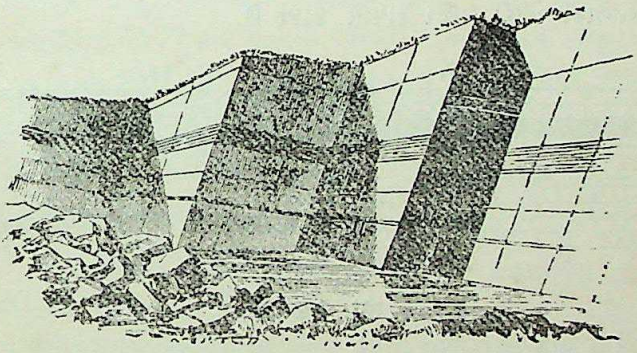
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચોતરફ બધાં નવાં બંધાયલાં પડ હોય છે. આવા સપાટી ઉપર આવેલા રોકને Inlier કહે છે. તેમ જ એનાથી ઉલટું નવા રોકનો થોડો ભાગ જૂના અગર પ્રથમ બંધાયલા રોકોની વચમાં નિકળી આવે છે ત્યારે એને Outlier કહે છે.



આ. ૧૭. આઉટલાયર અને ઇનલાયર.

ઉપરની આકૃતિમાં M અને N આગળ જૂનો રોક હોઈ એની આજુ બાજુ બધાં નવાં પડો છે. એથી ઉલટું નવા રોકનો થોડોક થોડો ભાગ જૂના પ્રથમનાં પડોની વચમાં બહાર આવે છે ત્યારે તેને (Inlier) અને પ્રથમ કહેલાને (Outlier) કહે છે.



આ. ૧૮ પડબંધ રોકમાં સાંધા.

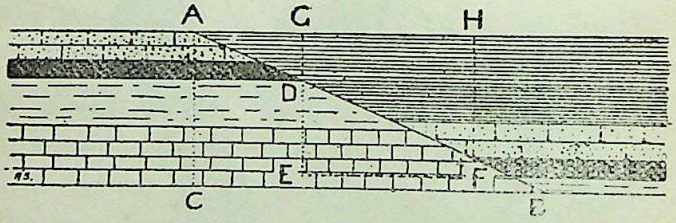
જો કે પડો સમાન્તર અને ક્ષિતિજ સમસૂત્ર બંધાય છે, પણ ઘણી વખત તેઓમાં ઉભી ફાટો પડેલી હોય છે. આવી ફાટોને સાંધા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કહે છે. પથ્થરો અને ખનિજ કોલસા વગેરેને ખોદી કાઢવામાં આવા સાંધાને લીધે ઘણી સુગમતા પડે છે. સામાન્ય રીતે દરેક પડમાં આવી ફાટો જુદી જુદી હોય છે, ત્યાં આગળથી પથ્થરો ખાણમાંથી સહેલાઇથી ઉખડી આવે છે.

વાંકાં અગર ઉંચાં નીચાં થતાં પડો ઘણીવાર તૂટી જાય છે. તૂટેલું પડ પોતાની અસલ જગાએથી ખસીને ઓછુંવત્તું આઘું પાછું અગર ઉંચું નીચું થઇ જાય છે. આમ પડ તૂટી જાય છે તેને ભૂસ્તરવિદ્યાની પરિભાષામાં તૂટ થઇ એમ કહે છે. અમુક જાતના રોકનું પડ ખોદતા હોઇએ તો વખતે ખોદતાં ખોદતાં એ પડ ત્યાં અદૃશ્ય થએલું લાગે છે. આવી વેળાએ પડેલી તૂટ બરોબર તપાસવાથી અદૃશ્ય થએલું પડ કઇ દિશામાં અને કેટલે દૂર ખોદતાં હાથ લાગશે એ કહી શકાય છે. ધારો કે કોયલાની ખાણ ખોદતાં ખોદતાં એકાએક કોયલાનું પડ અદૃશ્ય થએલું જણાય, તો તૂટનો ખૂણો વગેરે માપવાથી તુટીને ખસી ગએલું પડ કેઇ દિશામાં અને કેટલે છેટે પાછું ઉપલબ્ધ થશે એ જાણવાથી તે જગાએ ખોદી પાછો કોયલો કઢાય છે.



આ. ૧૯ તૂટ.

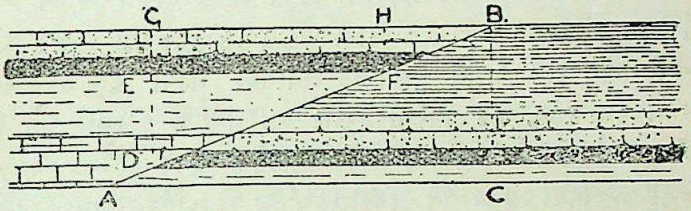
ઉપરની આકૃતિમાં સામાન્ય રીતે તૂટ કેવી હોય છે તે બતાવી છે. એમાં A બિંદુ આગળથી પડ ખસી જવાનો આરંભ થયો છે. A B લીટી પડ તૂટીને જવાનો રસ્તો છે. C A B ખૂણો તે તૂટનું મથાળું છે. એ અમૂક અંશનું છે એમ કહેવાય છે. D, F પડને ખસી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જવાનું અંતર છે. E પડ ખસી જવાનું અંતર છે. G H ખાલી જમીન એટલે જેટલી જગામાં તૂટી ગયેલું પડ હોતું નથી તે છે. એ G H તે EF ની બરોબર હોય છે.

કોઈ વખત તૂટ થતાં તૂટી ગએલું પડ ખસીને અગાડી ન જતાં મૂળ પડની નીચે જ પાછું પેશી જાય છે એટલે કે પોતાની



આ. ૨૦ ઉલટી તૂટ

મૂળ પડવિસ્તારરેખામાં ન જતાં એનાથી ઉલટી દિશામાં ખશી જાય છે, ત્યારે એને ઉલટી તૂટ કહે છે. આવી તૂટ વીસમી આકૃતિમાં બતાવી છે. કેટલીક વખત તૂટ પડીને તૂટેલા પડના જુદા જુદા કકડા થઇ પગથીઆ જેવો દેખાવ થાય છે. કેટલીક વખત બન્ને બાજુનાં પડ મૂળ જગાએ કાયમ રહી, વચ્ચેથી અમૂક ભાગ નીચે ખેશી જવાથી પાણી ભરવાના ડોલ જેવો આકાર ધારણ કરે છે.

(૫)
પડબંધ રોકનું વર્ગીકરણ

ભૂસ્તરવિદ્યાનો અભ્યાસ કરનારને બીજા વિજ્ઞાનોના જ્ઞાનની આવશ્યકતા સંબંધે કહી ગયા છીએ.

રસાયનશાસ્ત્ર સંબંધે જરુર જોગું કહીને પછી જુદા જુદા વિજ્ઞાનને અનુલક્ષી ભૂકવચનું વર્ણન કરીશું.

રસાયનશાસ્ત્રની દૃષ્ટિયે સઘળા પદાર્થ માત્ર મૂળપદાર્થો–મૂળતત્વોમાંથી બનેલા છે. અત્યાર સુધીમાં મૂળતત્વોની સંખ્યા કુલ ૧૪૦

 CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જણાઈ છે. મૂળતત્વોના ધાતુરુપી, અધાતુરુપી અને ધાતુઓ જેવા એમ ત્રણ વર્ગ પડાય છે. મૂળતત્વોમાં કેટલાંક સામાન્યતઃ ઘનરુપમાં, કેટલાંક પ્રવાહીરુપમાં અને કેટલાંક વાતરુપમાં હોય છે.

મૂળતત્વોમાં એકબીજાની જોડે જુદાં જુદાં પ્રમાણમાં રસાયનિક પ્રીતિ હોય છે. એને લીધે એકબીજાનો સંયોગ થાય છે, એ રસાયનિક સંયોગ કહેવાય છે. જ્યારે કોઇ બે પદાર્થો એકઠા થાય ત્યારે એ સાદું મિશ્રણ કહેવાય. આવી રીતે એકઠા ભળેલા પદાર્થોમાં કશો ફેરફાર થતો નથી. પરંતુ કોઇ પદાર્થ રસાયનિક સંયોગથી મળ્યા હોય તો તેમના રુપ, રંગ, ગુણ, કદ વગેરેમાં ફેરફાર થઇ નવો જ પદાર્થ બને છે. એક જ મૂળતત્વનાં પરમાણુઓ જે આકર્ષણ શક્તિ વડે એક બીજાની જોડે જોડાયલાં રહે છે તેને **સંબંધાકર્ષણ**; રસાયનિક સંયોગથી જોડાય તેને **રસાયનાકર્ષણ** અને જુદા જુદા મૂળતત્વનાં પાસે પાસે-લગોલગ આવેલાં પરમાણુ એક બીજાને જે શક્તિને લીધે આકર્ષાઇને રહે એને **લગ્નાકર્ષણ** કહે છે. જે આકર્ષણશક્તિને લઇને દરેક પદાર્થ એક બીજાને પોતપોતાના મધ્યબિંદુમાંથી કદ અને છેટાના સમ અને વ્યસ્ત પ્રમાણમાં આકર્ષે છે, તેને **ગુરૂત્વાકર્ષણ** કહે છે.

રસાયનશાસ્ત્રમાં કેટલાક પદાર્થને **એસિડ**, કેટલાકને **બેઝ** અને કેટલાકને **એલ્કલીઝ** કહ્યા છે.

એસિડઃ—એ ઘણું કરીને જલદ અને ખાટા સ્વાદનું મિશ્રણ છે. ભૂરા લિટમસ-ગળીમાં બોળેલા કાગળને એસિડમાં બોળીએ તો એ લાલ થઇ જાય છે. એસિડમાં હમેશ હૈડ્રોજન નામે તત્ત્વ હોય જ. એસિડની અંદરના હાઇડ્રોજનની જગાએ કોઇપણ બેઝ અગર ધાતુ ભળતાં તે ભળનાર પદાર્થનો ક્ષાર બને છે.

ક્ષારઃ—જે એસિડમાંથી થોડાં હૈડ્રોજનનાં પરમાણુઓ જઇને તેને બદલે ધાતુ અથવા બેઝનાં પરમાણું ભળ્યાં હોય તેને ભળનાર પદાર્થનો ક્ષાર કહેવાય છે. સામાન્ય ભાષામાં મીઠાને ક્ષાર કહીએ છીએ, પણ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રસાયનશાસ્ત્રમાં તો જે 'મિશ્રપદાર્થો રસાયનિક પ્રથક્કરણ થયા વગર બીજા કશાની જોડે રસાયનિક સંયોગથી જોડાતા નથી' તેને ક્ષાર કહે છે.

જે મિશ્ર પદાર્થનો ગુણ એસિડથી ઉલટો છે અને જે એસિડની સાથે સંયોગ કરીને ક્ષાર ઉત્પન્ન કરે છે તેને બેઝ કહે છે.

બીજા બેઝ કરતાં પાણીમાં વધારે પીગળે એવા એસિડના ગુણધર્મને **એલ્કલી** કહે છે.

ભૂરા લિટમસને એસિડ લાલ કરે છે; તીક્ષ્ણ સ્વાદવાળા અને પીગળે એવા બેઝ રાતા થએલા લિટમસને પાછા ભૂરા બનાવે છે. હળદરના રંગમાં બોળેલા કાગળને બેઝના દ્રવણમાં બોળતાં તે તપખીરીયા રંગનો થાય છે. એ કાગળને પાછો એસિડમાં બોળતાં તે ફરીને પીળો બને છે. એલ્કલી નાંખતાં કોબીના પાંદડાના ઉકાળાનો રંગ લીલો થાય છે.

જ્યારે કોઇ ધાતુના એક કરતાં વધારે 'બેઝિક ઓક્સાઇડ' થાય છે, એટલે કે કોઇ ધાતુ ઓક્સિજન સાથે જુદા જુદા રસાયનિક સંયોગ કરે છે, ત્યારે એકમાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ વધારે અને બીજામાં ઓછું હોય છે. એ ભિન્ન ભિન્ન ઓક્સાઇડોને ઓળખવાને તેમને નામ આપતાં, જેમાં ઓછો ઓક્સિજન હોય એટલે જે ઉતરતો ઓક્સાઇડ હોય તેને **'અસ'** પ્રત્યય, અને 'ચઢતા' એટલે જેમાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ વધારે હોય તેને **'ઇક'** પ્રત્યય લગાડાય છે. દાખલા તરીકે લોઢું અને ઓક્સિજન એ બેના રસાયનિક સંયોગથી બે જુદા જુદા પ્રમાણવાળા ઓક્સાઇડ બને છે. એકમાં લોઢાનું એક પરમાણું અને ઓક્સિજનનું એક પરમાણું અને બીજામાં લોઢાનું એક અને ઓક્સિજનનાં બે પરમાણું એમ હોય છે. ઓક્સિજનના એક પરમાણુવાળા ઉતરતા ઓક્સાઇડને 'ફેરસઓક્સાઇડ' (FeO) અને ઓક્સિજનના બે પરમાણુવાળા ચઢતા ઓક્સાઇડને (FeO_2) 'ફેરિક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઓકસાઇડ' એવાં નામ આપ્યાં છે. તેમ જ જ્યારે કોઇ તત્ત્વના ઓકિસજન જોડે મળીને એકથી વધારે 'એસિડ' બને છે, ત્યારે પણ ઓકિસજનના ઓછા વત્તા પ્રમાણને અનુસરીને એસિડના નામને 'અસ' અને 'ઇક' પ્રત્યય લગાડાય છે. દાખલા તરીકે. HNO_2= નૈટ્રસએસિડ અને HNO_3=નૈટ્રિકએસિડ. રસાયનશાસ્ત્રનું સઘળું જ્ઞાન કાંઇ એક જ દહાડે અને એકી સાથે મળ્યું નથી. અસ અને ઇક પ્રત્યય લગાડીને નામ પાડયા પછી પણ, જુદા પ્રમાણવાળા બીજા એસિડ માલમ પડે, કે જેમાં 'ઇક' પ્રત્યયવાળા એસિડ કરતાં પણ ઓકિસજનનું પ્રમાણ વધારે હોય. આમ બને છે ત્યારે વળી નવા જડેલા એસિડના નામને 'પર' એવો આદ્યય લગાડાય છે. જેમકે $HClO_3$=કલોરિકએસિડ, અને $HClO_4$=પરક્લોરિકએસિડ. એ જ પ્રમાણે નવા જડેલા એસિડમાં 'અસ' પ્રત્યયવાળા એસિડ કરતાં ઓછો ઓકિસજન હોય તો તેના નામને 'હૈપો' એવો આદ્યય લગાડાય છે. જેમકે $HClO_2$ =કલોરસએસિડ અને $HClO$=હૈપોકલોરસએસિડ. કેટલાક એસિડ એવા હોય છે કે તેમાં ઓકિસજન સમૂળગું હોતું નથી, અને કેવળ હૈડ્રોજનથી બનેલા હોય છે. આવા એસિડના નામને હૈડ્રો અથવા હૈડર એવા આદ્યય લગાડાય છે. જેમકે. HCl=હૈડ્રોકલોરિકએસિડ HI=હૈડરઆયોડિકએસિડ. જ્યારે 'ઇક' પ્રત્યવાળા એસિડમાં બેઝ મળવાથી ક્ષાર બને છે ત્યારે તે ક્ષારના નામને 'એટ' અને 'અસ' પ્રત્યયવાળા એસિડમાં બેઝ મળવાથી બનતા ક્ષારને 'આઇટ' પ્રત્યય લગાડાય છે. સલ્ફ્યુરિક એસિડના ક્ષાર તે સલ્ફેટ અને સલ્ફ્યુરસ એસિડના ક્ષાર તે સલ્ફાઇટ.

રસાયનશાસ્ત્ર, ખનિજશાસ્ત્ર અને પાષાણિભવનશાસ્ત્ર એમ જુદાં જુદાં શાસ્ત્રોની દૃષ્ટિએ ભૂકવચના પડબંધ રોકોની બનાવટના ઘટકાવયવોનું ત્રણ પ્રકારે વર્ણન કરી શકાય.

આરસપહાણના એક ટૂકડા સંબંધી વાત કરીએ. રસાયન શાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ એ ઓકિસજન, કાર્બોન અને ધાતુરુપી તત્વ કેલ્શયમ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હોય એમ જણાય છે. ખનિજશાસ્ત્રની દૃષ્ટિયે જોતાં એ જ આરસનો કડકો મુખ્યત્વે સ્ફટિકરુપ કેલસાઈટ છે એમ કહેવાય. પરન્તુ ભૂસ્તરવેત્તાને તો એના પાષાણીકરણ ઉપર પણ ધ્યાન આપવું પડે છે. એ એ આરસને ચૂર્ણપાષાણ, ચૂનાનો પથર એમ વર્ણવે. એનું વર્ણન કરતાં એનું શુદ્ધાશુદ્ધપણું, નરમાશ કે કઠણાશ, સ્ફટિકરુપ કે સ્ફટિકરહિત એ બધી બાબતો એણે લક્ષમાં રાખવી ઘટે છે. આમ હોવાથી આ ત્રણે બાબતોને લક્ષમાં લઈને કરેલું ભૂકવચના પડબંધ રોકનું વર્ગીકરણ ઉત્તમ. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો જે વર્ગીકરણ ભૂકવચના પડબંધ રોકનું રસાયન, ખનિજ અને પાષાણીભવન એ ત્રણે શાસ્ત્રોને અનુલક્ષીને કર્યું હોય તે જ ખરું અને સંતોષકારક કહેવાય.

પ્રથમ રસાયનશાસ્ત્રની દૃષ્ટિથી ભૂકવચની બનાવટના ઘટકાવયવોની વાત કરીએ. એ અંગે કેટલાંક બહુ સામાન્ય મૂળતત્વો અને એમના સંયોગથી થએલા મુખ્ય મિશ્રપદાર્થો ઓળખી લઈએ તો બસ છે. એવાં મૂળતત્વો અને મિશ્રપદાર્થોમાં ઘણી જ અગત્ય ધરાવતું **ઓકિસજન** નામે વાતરુપ મૂળતત્ત્વ છે. આ મૂળતત્ત્વ ભૂકવચની બનાવટમાં આખા ભૂકવચના વજનથી અરધોઅરધ વજન જેટલું હોય છે. **સિલિકોન** નામનું બીજું મૂળતત્ત્વ ભૂકવચના કુલ વજનના ચોથા ભાગ જેટલું હોઈ, ઓકિસજનની જોડે રસાયનિક સંયોગથી ભળી સિલિકા નામે પદાર્થ બનાવે છે. સાધારણ ભાષામાં એને કવોર્ટઝ અગર ચકમક કહીએ છીએ. સિલિકા જાતે એસિડ છે. એ સિલિકા વળી બીજા પદાર્થો જોડે રસાયનિક સંયોગથી ભળી તે તે પદાર્થનાં સિલિકેટ બનાવે છે. બહુધા આગ્નેય ઉપાધિવડે અસ્તિત્વમાં આવેલા સિલિકેટ પ્રમાણમાં ઘણા જ હોય છે. ત્રીજો પદાર્થ **એલ્યુમિનમ** છે. એ ઓકિસજન જોડે રસાયનિક સંયોગ કરી એલ્યુમિનાનું રુપ ધારણ કરે છે. માટીની બનાવટમાં મુખ્યત્વે એ જ હોય છે. **કેલ્શ્યમ** જે ઓકિસજન અને કાર્બોનિકએસિડ નામે વાતરુપ પદાર્થો સાથે રસાયનિક સંયોગ કરી ચૂનો બનાવે છે એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને કાર્બોન નામનું મૂળતત્ત્વ,–ખનિજ કોલસા, ચૂર્ણ પાષાણ અને સઘળા સેન્દ્રિય પદાર્થોની બનાવટમાં ઘણી જ અગત્યનાં છે.

ઉદક ઉપાધિથી બનેલા જળમળરોક અગર પડબંધ રોકોનું વર્ગીકરણ તેની બનવાની રીત, તેમની રસાયનિક બનાવટ અને તેમનું પોત, એટલે તેમના ઘટકાવયવોનાં કદ વગેરે, એ બાબતો ધ્યાનમાં લેઇને થાય છે.

બનવાની રીતને લઇને તે કાંકરીવાળોપાષાણ, વેળુપાષાણ અગર માટી એમ કહેવાય. આ બધા ઉદક ઉપાધિથી રોકો ધોવાઈને અને પુનઃ પથરાઇને બનેલા છે એ સ્પષ્ટ છે. જુદી જુદી જાતના ચૂર્ણપાષાણો, અને કોલસા તે બારોબાર અથવા આડકતરી રીતે સૈન્દ્રિય ઉપાધિથી એટલે પ્રાણી અગર વનસ્પતિથી બનેલા છે.

રસાયનિક ઘટકાવયવની વાત કરીએ તો આ ઉદકરોકોના સિલિસિયસ (રેતીવાળા), આર્જિલેસિયસ (માટીવાળા), ચૂર્ણ–ચૂનાવાળા અને કોલસાવાળા એવા એવા ભાગ પડાય. જો સંબંધપૂર્વક પોત ઉપર નજર રાખીને ભાગ પાડીએ તો જેની બનાવટમાં બંધાયલા કાંકરા ગોળ હોય એવા. જુદા જુદા કદના કાંકરાવાળી બનાવટવાળા, અને વેળુ (રેતી) પાષાણ, એવા એવા ભાગ પડે. પોતને આધારે પાડેલા આ વિભાગોમાં મોટા મોટા ગોળ પથરા તેમ જ મોટા મોટા કાંકરાવાળા રોકથી માંડીને છેક સૂક્ષ્મદર્શક યન્ત્રની મદદથી યે ન જણાય એવા ઝીણા ઝીણા પોતવાળા રોકોનો સમાવેશ થાય છે. આવા ઝીણા પોતવાળા રોકમાં જુદા જુદા પ્રકારની માટીઓ, માટીના પથરો અને ચાક વગેરે આવે છે. ટુંકામાં ઉપરચોટીયું જોતાં ઉદકરોકના આપણે નીચે પ્રમાણે ભાગ પાડીએ છીએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૬)

ઉદકરોકના વિભાગો,

૧ વેળુ કિંવા ચકમકવાળા પાષાણ.

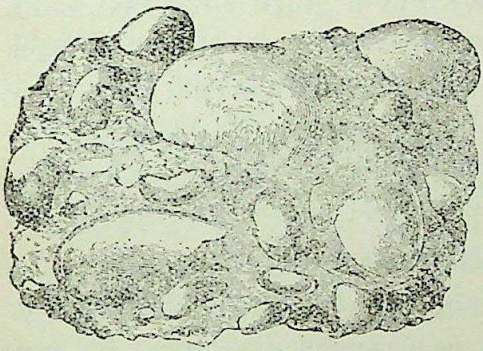
નામ ઉપરથી જ જણાશે કે આ જાતના પાષાણો રેતી અથવા કાંકરાના બનેલા હોય છે. તેમનાં પોત–એટલે તેમના ઘટકાવયવોના નાના મોટા કદ ઉપરથી તેમની વર્ગણી કરાય છે. પાષાણીભવન થતાં પહેલાં તેમનાં પડો જુદે જુદે નામે ઓળખાય છે, જેવાં કેઃ—

શિંગલ.—મોટા અને ગોળ કાંકરાના બનેલાં;

ગ્રેવલ.—ધારદાર કાંકરા અને પાણીમાં રહીને ઘસાઇ ગએલા કાંકરાના.

રેતી.—જ્વાળામુખીમાંથી નિકળેલાં અગર ચકમકના રોકના ઘસારાથી ઉત્પન્ન થએલાં ઝીણાં ઝીણાં રજકણોનાં.

પાષાણીભવન થયા પછી ગ્રેવલના બનેલા મોટા અને ગોળ કાંકરાવાળા પથ્થરને **કાંગ્લોમિરેટ** કહે છે. એને પુડિંગ્સ્ટોન પણ કહે છે. દુધપાકમાં જેમ ચોખા અગર બીજી વસ્તુઓ નાંખી હોય છે તે જેમ દેખાય છે તેમ આ પથ્થરમાં મોટા ગોળ કાંકરા બીજા રોકમાં ભળેલા દેખાય છે, તે ઉપરથી આ નામ પડયું છે. જે પથ્થરમાં આ કાંકરા ગોળ નહોતાં ઓછા વત્તા ધારદાર હોય તે પથ્થરને **ઍસીઆ** કહે છે.



આ. ૨૧. કોંગ્લોમિરેટ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દબાણ અને સાંધનારી વસ્તુઓથી બંધાયલા રેતીના પથ્થરોને સામાન્ય રીતે રેતીના પથ્થર—સેંડસ્ટોન કહે છે. જો તે સાંધનારા પદાર્થોમાંથી સિલિકાવડે સંધાયલા હોય, તો **સિલિસિયસ સેંડસ્ટોન,** કાર્બોનેટ ઓફ લાઇમવડે સંધાયા હોય, તો **કેલકેરસ સેંડસ્ટોન** અને લોઢાના ઓક્સાઇડવડે સંધાયા હોય, તો તેમને **ફેરુજિનસ સેંડસ્ટોન** એવાં નામ અપાય છે.

મકાન વગેરે બાંધવા સારુ હથોડાથી ઘડાય એવા સેંડસ્ટોનને **ક્રીસ્ટોન** અને જેની લાંબી લાંબી છાટો ઉખાડી શકાય એવા સેંડસ્ટોનને **ફ્લેગસ્ટોન** કહે છે.

સિલિકા મિશ્રિત પાણીના ઉતરવાથી જે પથ્થરો ઘટ્ટ થયા હોય અને જેને ભાગતાં તેના શંખાકાર કડકા થાય છે એવા પથ્થરને **ક્વોર્ટ્ઝાઈટ** એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે.

(૨) મૃણ્મય પાષાણ (આર્જિલેસિઅસ.)

શાંત પાણીમાં ઠરીને નીચે બેઠેલા કાદવ, કાંપ અને માટીના પડનું જ્યારે પાષાણીભવન થાયછે, ત્યારે તે અનુક્રમે કાદવનો પથ્થર, કાંપનો પથ્થર અને શેલ કહેવાય છે. જે મૃણ્મયરોક ભૂકવચના દબાણથી સખ્ત થઇ જઈ તેના બંધાવાની સપાટીમાંથી પડની પેઠે ઉખાડી શકાય છે તેને શેલ કહે છે; અને જે બંધાવાની સપાટીથી જુદી જ સપાટી આગળથી પત્રાંની પેઠે ઉખાડી શકાય છે અને શેલ કરતાં સખ્ત હોય છે તે બધાને સ્લેટ એવું નામ આપવામાં છે.

(૩) કેલ્કેરિયસ-ચૂર્ણમય પાષાણ.

જેમની બનાવટમાં મુખ્યત્વે કરીને ચૂનો આવેલો હોય છે તે બધા રોકને સામાન્યતઃ ચૂર્ણપાષાણ એવું નામ અપાય છે. ચૂર્ણ પાષાણની પોચી અને મૃણ્મય હોય નહિ, એવી જણાતી જાતને ચાક કહે છે. ચૂર્ણમિશ્રિત પાણીવાળા ઝરાનાં પાણીવડે સંધાઇને બંધાયલા ચૂર્ણમય રોકોને ટ્રેવરટાઇન અગર કેલ્કસિન્ટર કહેવામાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જે ચૂર્ણમય પાષાણોમાં મોટે ભાગે મેગ્નેશિયા ભળેલો હોય છે તેને મેગ્નેશિયમલાઇમસ્ટોન કહે છે.

સામાન્ય રીતે માટી અને ચૂનાના બનેલા ભગરા રોકને માર્લ કહે છે. ઘટ્ટ બની ગએલી અને ડાઘા ડાઘાવાળી ચૂર્ણપાષાણની જાતને સાધારણ રીતે આરસ કહેવામાં આવે છે. પરંતુ ભૂસ્તરવિદ્યાની દૃષ્ટિયે તો જે ચૂર્ણમય પાષાણના ઘટકાવયવો રુપાન્તર થઇને સ્ફટિક બની ગયા હોય તેને જ આરસ કહેવાય છે.

ચૂર્ણમય રોક પારખવાની સહેલામાં સહેલી કસોટી રોક ઉપર સુરાખારના નરમ એસિડનું ટપકું પાડવાની છે. ચૂર્ણમય રોક ઉપર એસિડ પડતાં જ તેમાંથી વાતરુપ પદાર્થ બની છૂટો પડવાથી ફીણ નીકળે છે.

(૪) કાર્બોનયુક્ત રોકો.

આ જાતના રોકોમાં ખનિજ કોલસો એ મુખ્ય છે. એ માટી તેમ જ બીજા પદાર્થના ઓછા વત્તા ભેગવાળી અને ખનિજરુપ ધારણ કરેલી વનસ્પતિ જ છે. એને બાળતાં વનસ્પતિ બળી જાય છે અને ભેગવાળા બીજા પદાર્થો રાખરુપે પાછળ રહે છે.

ખનિજ કોલસાની જુદી જુદી જાતો હોય છે. વનસ્પતિમાં કાર્બોન, ઓકિસજન અને હૈડ્રોજન નામનાં મૂળતત્ત્વો જુદા જુદા પ્રમાણમાં ભળેલાં હોય છે. જેમ જેમ લાકડાં સડે છે, તેમ તેમ તેમાંના કાર્બોન અને ઓકિસજન યોગ્ય પ્રમાણમાં રસાયનિક સંયોગ કરીને કાર્બોનિકએસિડગ્યેસ બને છે. આ એસિડ વાતરુપી હોવાથી બનતાં વાર વાતાવરણમાં મળી જાય છે. જો વનસ્પતિ એવી જગાએ હોય કે એને વાતાવરણની અસર ન લાગે, તો એના પોતાનામાં જેટલો ઓકિસજન હોય છે તે એની પોતાની અંદરના બધા કાર્બોનની જોડે રસાયનિક સંયોગ કરવાને પૂરતો નથી હોતો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેથી કાર્બોનિકએસિડગ્યેસ બન્યા પછી કેટલોક નર્યો કાર્બોન પાછળ રહી જાય છે. એ જ આ ખનિજ કોલસો છે. દટાઇ ગએલી સડતી વનસ્પતિને બહારનો–વાતાવરણનો ઓકિસજન મળી શકતો ન હોવાથી તે કોલસારુપે પાછળ રહે છે એ કહી ગયા. એમ કોલસાનું રુપ ધારણ કરતાં, તેની અંદરના શુદ્ધરુપે રહેલા કાર્બોનના પ્રમાણને અનુસરીને કોલસાની જુદી જુદી જાતો બને છે.

ખનિજ કોયલાનું સૌથી પ્રથમ રુપ તે **પીટ** છે. પીટ જાતે કેવળ નરમ હોઈ પાવડીવડે તેનાં ચોસલાં પાડી શકાય છે. એ સૂકાયા પછી બળતણ તરીકે વપરાય છે. પીટની અંદર વનસ્પતિ જેવી બનાવટ અને રેસા વગેરે દૃષ્ટિગોચર થાય છે. હળવે હળવે કઠણ થવાથી એ પીટ બીજું રુપ ધારણ કરે છે. એ રુપના કોલસાને **લિગ્નેટ** કહે છે. ઘણા થોડા જ કાળથી ખનિજ રૂપ પ્રાપ્ત થવાથી આ જાતમાં પણ વનસ્પતિ જેવી બનાવટ, રેસા વગેરે જણાય છે. આ પછી ત્રીજું રુપ **બ્રાઉન કોલ** (તપખીરીઓ કોલસો) થાય છે. એમાં વનસ્પતિ જેવી બનાવટ દૃષ્ટિગોચર થતી નથી. આ જાતના કોલસામાં વનસ્પતિનું રુપ તદ્દન ફેરવાઈ ગયું હોય છે, અને એ જ્યારે બળે ત્યારે એમાંથી પ્રકાશ નિકળે છે. જો દબાણ જારી રહે અને રસાયનિક ક્રિયા ચાલુ રહે તો બ્રાઉનકોલ **બિટ્યુમિનનું** રુપ ધારણ કરે છે. બિટ્યુમિન કોલસા કરતાં કોયલાનું વધારે નક્કર રુપ તે **એન્થ્રેસાઈટ** છે. એમાં વાતરુપ બનીને ઉડી જાય એવો ભાગ ભાગ્યે જ રહ્યો હોય છે. એન્થ્રેસાઇટ એ કોલસાનું ઘટ્ટરુપ છે. અને એને બળતાં એમાંથી ધૂમાડો અગર બળતું નીકળતું નથી. ઉપાધિઓની એની એ અસર ચાલુ રહે તો એન્થ્રેસાઇટ વળી વધારે શુદ્ધ કાર્બોનનું વધારે નક્કરરુપ ધારણ કરે છે. એ રુપને **ગ્રેફાઈટ–પ્લંબેગો** કહે છે. ગ્રેફાઇટ એ લગભગ સ્વચ્છ કાર્બોન છે. આ જાતના કોલસાની જ લખવાની સીસાપેન વગેરે બનાવાય છે. કાર્બોનનું છેલ્લું કઠણમાં કઠણ રુપ એ હીરો છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૭)

જુદી જુદી જાતના અગત્યના રોક.

ભૂકવચની બનાવટમાં સામાન્યરીતે ઉપર વર્ણવેલા પડબંધ રોકો ખાસ અગત્યના છે. શિખનારે એટલું ખાસ સમજવાનું છે કે ઉપર રોકોના વિભાગો અને જાતોનું વર્ણન કર્યું છે તે કુદરતમાં નિરનિરાળી મળે છે એમ નથી ઘણી ઘણી જુદી જાતોના રોકો શેળભેળ થઇ ગએલા મળી આવે છે; જેવાકે મૃણમયવેળુપાષાણ, વેળુમયચૂર્ણપાષાણ, ચૂર્ણમય અગર કાર્બોનમય શેલ, આથી પણ વધારે શેળભેળ થઈ ગએલા જેવા કે મૃણચૂર્ણમયવેળુપાષાણ અને વેળુચૂર્ણમયશેલ.

ઉપર વર્ણવ્યા તે સિવાય માત્ર ઉદક અગર સેંદ્રિયઉપાધિથી અસ્તિત્વમાં આવેલા અને ભૂસ્તરવિદ્યાની, તેમ જ વ્યવહારુ દૃષ્ટિયે ઘણી અગત્યના બીજા ખનિજો અગર ખનિજમિશ્ર પદાર્થો પણ છે. આ જગાએ તેમનું પણ સહજ વર્ણન ઇષ્ટ છે.

(૧) વેળુમય.

કવોર્ટ્ઝ–શુદ્ધ સિલિકાના બનેલા સ્ફટિકરુપ ધારણ કરેલા કિંવા સ્ફટિકરુપ રહિત પદાર્થને કવોર્ટ્ઝ કહે છે.

રોકક્રિસ્ટલ (કાચમણિ)–નિર્મળ, પારદર્શક સ્ફટિકોને રોક-ક્રિસ્ટલ કહેવામાં આવે છે. રંગબેરંગી સ્ફટિકોને **યાકુત, પુષ્પરાજ** અને **પોખરાજ** વગેરે કહેવાય છે. કવોર્ટ્ઝના સ્ફટિક પાસાવાળા અને છેડે શંકૂ આકારના હોય છે.

ફ્લિંટ્સ–અશુદ્ધ કવોર્ટ્ઝના ગઠ્ઠાઓને ફ્લિંટ નામ આપ્યું છે. આ ફ્લિંટ્સ ચાકનાં પડોમાં ઘણા મળી આવે છે.

ચર્ટ–ઘણાં પડોમાં મળી આવતા અશુદ્ધ સિલિસિયસ ગઠ્ઠાઓને ચર્ટ કહે છે. ફ્લિંટ્ અને ચર્ટમાં મળી આવતો સિલિકા, સિલિકા પેદા કરતી વાદળીઓ (જીવડાં)એ બનાવ્યો હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચેલિસડોની-ઓપલ-એગેટસિંટર-આ પદાર્થો, જેને આપણે સાધારણ રીતે અકીક કહીએ છીએ તે, સિલિકામિશ્રિત પાણીના બીજા પદાર્થોમાં પ્રવેશ કરીને ઘનીભૂત થવાથી બને છે. જાસ્પર અકીક રાતો, બ્લડસ્ટોન રાતી છાંટવાળો લીલો, અને લીડિયન એ રંગે કાળો હોય છે. જુદી જુદી જાતના અને રંગના અશુદ્ધ સિલિકામય અકીકોને આવાં નામો અપાય છે. આપણા દેશમાં ખંભાતમાં કારીગર લોકો તરેહવાર વસ્તુઓ જેની બનાવે છે તે રતનપુર આગળ મળી આવતા અકીકો બહુધા શુદ્ધ સિલિકાના હોય છે.

(૨) ચૂર્ણમય.

કેલકસ્પાર-કેલસાઈટ. સ્ફટિકરુપના ચૂર્ણપાષાણ, ચૂનાના કાર્બોનેટોને આ નામ આપ્યાં છે. એઓ બહુધા બીજા રોકોનાં વળાંમાંથી મળી આવે છે.

આઈસલેણ્ડસ્પાર—સ્ફટિકરુપ ચૂર્ણમયપાષાણની એક પારદર્શક જાતને આઈસ્લેંડસ્પાર કહે છે.

જિપ્સમ-(ચિરોડી)-સેલેનાઈટ, ડોલોમાઇટ-આ પદાર્થો ચૂનાના હોઇ તેમાંથી પ્લાસ્ટર ઓફ પેરીસ નામે પદાર્થ બનાવાય છે. એનો મોટો વેપાર ચાલે છે. આપણે એને ચિરોડી કહીએ છીએ. એને પકવીને ચૂનાની ભિંતો ઉપર છો જોડે મેળવી તેનું અસ્તર દીધાથી આરસના જેવી ચમકી આવે છે. સ્ફટિકરુપ અને પારદર્શક ચિરોડીને સેલેનાઇટ, અને મેગ્નેશિયાવાળા ચૂર્ણપાષાણના સ્ફટિકને ડોલોમાઇટ કહે છે.

(૩) ક્ષારમિશ્રપદાર્થો.

મીઠું—સોડિયમ્ કલોરાઈડ. ઘણા સમુદ્રકિનારાઓ ઉપર મીઠાનાં જાડાં પડ બંધાયલાં હોય છે. સૂકાઇ ગએલાં તળાવોમાં પણ એવાં પડ મળી આવે છે. અમુક અમુક જગાએ સ્ફટિકરુપ ધારણ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કરેલાં મીઠાનાં પડ મળે છે. એને સિંધવ કહીએ છીએ. દરિયાના પાણીમાં પણ મીઠું પિગળેલું હોય છે. પંજાબમાં સોલ્ટરેંજ નામના પહાડોમાં મીઠાનાં સ્ફટિકરુપ પડો છે.

સોડા અને પોટાશના નૈટ્રેટો—ઉષ્ણપ્રદેશમાં ઘણી સપાટ ભૂમિપર, ઘણાં સરોવરો અને ભેજવાળી જગાએ સુરાખારના થર બાઝેલા મળી આવે છે.

ફટકડી. એ એલ્યુમિના અને પોટાશનો બેવડો સલ્ફેટ છે. અમુક જાતની માટીમાંથી તે બનાવાય છે. ભગરેરુપે તેમ જ સ્ફટિકરુપે એ કુદરતમાં મળી આવે છે.

બોરાક્ષ. (ટંકણખાર). સોડા અને બોરાસિક એસિડના રસાયનિક સંયોગથી થએલો આ પદાર્થ "**સોડાનો બોરેટ**" છે. એ કેટલાક જ્વાળામુખી પ્રદેશોમાં ઝરાઓમાંથી મળી આવે છે. જન્તુઘ્ન તરીકે બોરિકએસિડનો બહોળો વપરાશ છે.

(૪) ધાતુઓ.

ધાતુઓ, શુદ્ધ સ્વરુપમાં તેમ જ બીજા ખનિજોની સાથે રસાયનિક સંયોગથી જોડાયલી યે મળી આવે છે. બીજા જોડે ભળેલી ધાતુને **કાચીધાતુ** કહે છે.

સોનું, પ્લેટિનમ, રુપું, ત્રાંબુ અને બીજી કેટલીક ધાતુ નરી એટલે શુદ્ધરુપે મળી આવે છે. એનાં ગચ્છીઆં, ગઠ્ઠા, અને ઝીણા ગાંગડા, તેમ જ વળાં મળી આવે છે; આફ્રિકાની ખાણમાંથી કવચિત ઘણાં મોટાં ગચ્છીઆં નિકળે છે. ઈંગ્લંડમાં કેન્સિંગ્ટનના સંગ્રહસ્થાનમાં એવાં નિકળેલાં ગચ્છીઆંના નમુના ઘણા મોટા અને જોવાલાયક છે. પણ ઘણીખરી ધાતુ અમુક ઓકસાઇડ, સલ્ફાઈડ, અથવા કાર્બોનેટ તરીકે-**કાચીધાતુ** રુપે મળે છે. **સીસું** સીસાના સલ્ફ્યૂરેટ રુપે છૂટાં છૂટાં વળાંઓમાં મળે છે. સીસાના સલ્ફ્યૂરેટને **ગેલીના** કહે છે. સીસાના કાર્બોનેટ અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ફોસ્ફેટ પણ જડે છે. **ત્રાંબુ, જસત, કલાઈ** અને **મેંગ્નીઝ** પણ બહુધા એવા રુપમાં જ જડે છે. **લોઢાનાં** વળાં કવચિત જ મળે છે. લોઢાના કાર્બોનેટ ભગરા, દાણાદાર અગર પડો રુપે કોયલાનાં પડોમાં જડે છે. કવચિત કવચિત એ જથ્થારુપે પણ મળે છે.

(૫) મૃણ્મય.

ફાયરકલે–માટીની જે જાતોમાં પોટાશ અગર સોડા બિલકુલ ભળેલો ન હોવાથી તે ઘણો તાપ ખમી શકે છે તેને ફાયરકલે કહે છે.

ફુલર્સઅર્થ. એ માટી એલ્યુમિનાના પાણીવાળા સીલિકેટની બનેલી હોઇ મિલોમાં થતાં કપડાંને ઘટ્ટ કરવાને પાવાની કાંજી તરીકે, તેમ જ ચિકાશવાળાં કાપડ ધોવામાં બહુ વપરાય છે.

કેઓલીન તે ગ્રાનિટમાં મળી આવતા ફેલ્સ્પારના ખવાવાથી બનેલી સફેદ ચીનની માટી છે.

(૬) કાર્બોનયુકત.

પીટ—સમશીતોષ્ણકટીબંધમાં ભેજવાળી કલણ જગામાં તદ્દન કોહી જઈને કાળી થયેલી વનસ્પતિને પીટ કહે છે. એ કોયલાનું પ્રથમ પૂર્વરુપ છે.

ગ્રેફાઈટ–પ્લંબેગો—એ કાર્બોનનું લગભગ શુદ્ધરુપ છે. અને જૂના રેકોમાં વળાંમાંથી મળી આવે છે. એ પેન્સીલો બનાવવામાં અને યન્ત્રોમાં ઘર્ષણ કમી કરવા માટે ઉંજવામાં બહુ વપરાય છે.

તૈલમયશેલ—એ સખ્ત થએલી માટી–શેલમાં તેલ ભર્યું હોય છે. કુદરતી રીતે એમાંથી તેલ છૂટું પડે છે ત્યારે તે તેલ **નેપ્થા, એસ્ફાલ્ટ, કેરોસીન** વગેરે કાર્બોન અને હૈડ્રોજનના બનેલા તેલોના ઝરારુપે કુદરતમાં મળી આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૮)

આગ્નેયરોકો.

પડબંધ રોકની પેઠે જ આગ્નેય ઉપાધિથી બનેલા રોકો પણ પૃથ્વીના અસ્તિત્વના દરેક સમયમાં મળી આવે છે. શરુઆતથી તે અદ્યાપિ પર્યંત જ્વાળામુખીઓમાંથી પાણીની વરાળ, રાખોડી અને પ્રવાહીરુપ ધગધગતો રસ (લાવા) બહાર નિકળ્યે જાય છે. તેમ જ પૃથ્વીની અંદરના બળને લઈને પ્રવાહી ધગધગતો રસ (લાવા) પૃવીના પડોમાં પડેલા ચીરા, ફાટો વગેરેમાં પણ પથરાય છે; ત્યાં ટહાડો પડી ઘનરુપ બની રહે છે.

ખાસ તરેહના શંકુ આકારને લીધે, લાવા અગર રાખોડી અને લાવા અને રાખોડીનાં ઉપરાચાપરી બંધાયલાં પડોને લીધે વર્ત્તમાન સમયમાં તો આપણે જ્વાળામુખીને પરખી કાઢીએ છીએ. લાવા અને રાખોડીમાં તેની બનાવટ અને તેના અંગભૂત પદાર્થોને લીધે જ્વાળામુખીના પૂરાવા આપણને દૃષ્ટિગોચર થાય છે. આથી આપણે સહજ જાણી શકીએ છીએ કે એ બધું કોઈ કાળે ગરમીથી પિગળી પ્રવાહીરુપમાં હતું.

પરન્તુ ભૂસ્તરરચનાના જુના સમયના જ્વાળામુખીઓ એમ સહજ પરખી કઢાતા નથી. વિવિધ ઉપાધિઓની અસરવડે એઓ ખવાઇ ગએલા હોય છે. આમ ખવાવાથી તેમના પોતાના અસલરુપ અને કદના થોડા ભાગ જ મોજુદ રહ્યા હોય છે. કેટલીક જગાએ તો જ્વાળામુખીનો સ્હેજ ભાગ જ બચી રહ્યો હોય છે. માત્ર લાવા અને રાખોડીનાં રહેલાં પડોના વિસ્તાર ઉપરથી જ આપણને મૂળ જ્વાળામુખીની ભવ્યતાનો ખ્યાલ માત્ર આવે છે. કેટલીક વખત તો જ્વાળામુખીનો સમૂળગો પત્તો જ નથી લાગતો. અને એ પ્રદેશમાં આગ્નેય ઉપાધિથી ઉત્પન્ન થએલાં વળાં અને ચીરાઓ જાળની પેઠે ગુંચાઇ ગએલાં જોવામાં આવે છે; અગર તો જેમાં થઇને પૂર્વે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જ્વાળામુખી દ્વારા પૃથ્વીના મધ્યમાંથી ધગધગતો રસ બહાર આવ્યો હશે, તેવી ફાટો, ચીરા અને માત્ર દાણાદાર પદાર્થથી ભરેલાં વળાં જ દીઠામાં આવે છે. વળી ભૂસ્તર રચનાના આ લાંબા કાળ દરમ્યાન જ્વાળામુખીમાંથી નિકળેલા પદાર્થોમાં પણ ફેરફાર થયો હોય એમ જણાય છે, એટલું જ નહિ પણ નિકળેલા પદાર્થના ખુદ અંગભૂત પદાર્થોમાં પણ ફેરફાર થઈ તેમનું મૂળ સ્વરુપ બદલાઇ ગયું હોય એમ પણ જણાય છે. એ પદાર્થોમાં પાણીએ પ્રવેશ કરીને પિગળે એવા પદાર્થોને પિગળાવી તેમની જગાએ બીજા પદાર્થો પાથર્યા હોય છે. આને લીધે ઘણા અને અગત્યના રસાયનિક સંયોગો થઈને એવો તો ફેરફાર થયો હોય છે કે કેટલીક વખત જુના જ્વાળામુખીઓમાં તો તેમાંથી નિકળેલા પદાર્થોની મૂળ બનાવટ ધરાધરી પરખાતી નથી. આમ હોવાને પરિણામે આગ્નેય રોકનો અભ્યાસ કરતાં ઘણી ઘણી અડચણો નડે છે. પડબંધ રોકના અભ્યાસમાં આ અડચણો નડતી નથી. દરેક બનાવટની સમજણ પડવા સારુ હજુ યે ઘણા નવા શોધખોળ અને જ્ઞાનની અપેક્ષા રહે છે.

જ્વાળામુખી દ્વારા લાવા રુપે બહાર પૃષ્ટપર આવીને પથરાયો હોય અથવા પૃથ્વીના પૃષ્ટની અંદરની ફાટો, વળાં, કિંવા ચીરા વગેરેમાં પેશી જઈ ત્યાં પથરાયો હોય તોપણ ટહાડો પડતાં આગ્નેય રોકનું બંધારણ વગેરે ઉદરરોકના પડો કરતાં લાક્ષણિક રીતે જુદું જ જણાય છે.

ઓછા વત્તા ગોળાકાર થએલા, જુદી જુદી જાતના રોકના નાના મોટા કડકા પૃથ્વીની સપાટી ઉપરથી ધોવાઇ પાણીની જોડે ભળી તે વડે બીજી જગાએ પથરાયલા તે ઉદકરોક; અને પૃથ્વીના પૃષ્ટની નીચેથી પિગળેલા અગર અર્ધ પિગળેલા રસના ટાઢા પડવાથી થએલા રોક તે આગ્નેય રોક એવી વ્યાખ્યા પણ ઉપજાવાય.

ઉદકરોકની બનાવટ કેવી હોય એનો આધાર પૃષ્ટ ઉપરની ઉપાધિની અસરવડે રોકોના નાના મોટા કદના બનેલા કડકા ઉપર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રહેલો છે. પણ આગ્નેય રોકની બનાવટનો આધાર તેની અંદરના સ્ફટિકોનાં, તેમના ટાઢા પડવાના સમયને લઇને, નાનાં મોટાં બનેલાં કદ ઉપર અવલંબી રહ્યો છે.

જાણીતી વાત છે કે એક વાસણમાં ઉકળતું પાણી લેઇ તેમાં જેટલી પિગળી શકે તેટલી ફટકડી, હીરાકસી, મોરથુથુ, અને મીઠું વગેરે પિગાળીએ,પછી આ પ્રમાણે તૈયાર કરેલા દ્રવણને સ્થિર મુકી છાંડીએ, તો તે ટઢાઢું પડતાં એમાં પિગળાવેલી દરેક વસ્તુના, પોતપોતાના લાક્ષણિક રુપવાળા, સ્ફટિકો બંધાશે. જ્યારે પાણી તદ્દન સુકાઈ જાય ત્યારે ઝીણા ચીપીઆથીઉખાડી ઉખાડી જુદા કરીએ તો સફેદ રંગના મીઠાના, લીલા હીરાકશીના, ઘેરા વાદળી મોરથૂથૂના અને રહેજ મેલા ધોળા રંગના ફટકડીના, એમ દરેક તરેહના સ્ફટિક છૂટા પાડી શકાય ! આ ઉપરથી સમજાશે કે દરેક પદાર્થના સ્ફટિકનાં લાક્ષણિકરુપ હોય છે અને તે બીજા પદાર્થ સાથે ભેગો થયેલો હોય તોપણ તેમાંથી છુટો પડતાં પોતાનું લાક્ષણિક સ્ફટિકરુપ ધારણ કરી પોતાના મૂળ સ્વરુપમાં આવે છે.

એ જ પ્રમાણે આગ્નેય ઉપાધિથી બનેલા રોકમાં, પછી તે ગમે તેવી તદ્દન પિગળેલી અગર અર્ધપિગળેલી સ્થિતિમાં હોય તોપણ, તેમાં તેનાં પોતાનાં અંગભૂત રસાયનિક પદાર્થો તો એકશાન થઇ ગએલા હોય છે. એમ એકશાન થઈ ગયેલા હોવા છતાં જો એ રોક ધીરે ધીરે ટાઢો પડયો હોય તો એ રસાયનિક અંગભૂતો પોતપોતાની વચ્ચે ઓછીવત્તી રસાયનિક પ્રીતિને અનુસરીને એક બીજાની જોડે જોડાઇને નવા રસાયનિક સંયોગો કરે છે; અને ટાઢો પડતાં તેના નાના, મોટા અને જુદા જુદા લાક્ષણિક આકારના સ્ફટિકો બંધાય છે.

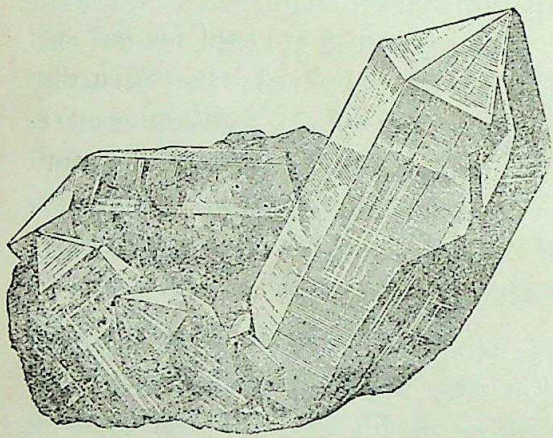
સ્ફટિકરુપ ધારણ કરેલા દરેક પદાર્થના સ્ફટિકો કાંઈ એક જ તરેહના હોતા નથી. કોઇ સ્ફટિક ચોરસ, કોઇ લંબચોરસ, કોઇ શંકુ આકારના, કોઇ બેવડા શંકુ જેવા અને કોઈ ષટ્કોણ એમ જુદી જુદી તરેહના હોય છે. પદાર્થનાં પોતાનાં રજકણોમાં જૂદી જૂદી દિશામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સંબંધાકર્ષણ ઓછું વતું હોવાના સબબે આવા જુદા જુદા આકારના સ્ફટિકો ઉપજે છે. અમુક પદાર્થનો સ્ફટિક અમુક જ આકારનો હોય છે, માટે જ અમે લાક્ષણિક શબ્દ વાપર્યો છે.

ધગધગતા રસ—લાવાનાં રસાયનિક અંગભૂતો પણ ટાઢાં પડીને ઠરી જતાં પોત પોતાનાં લાક્ષણિક સ્વરુપ ધારણ કરે છે. સ્ફટિકની જાતો અને તેમના બંધાવાનાં કારણો ઇત્યાદિ સંબંધે એટલી શોધખોળ થઇ છે કે તેમાંથી સ્ફટિકશાસ્ત્ર નામે નવું વિજ્ઞાન જ ઉદ્ભવ્યું છે.



આ. ૨૨ કવોર્ટઝના સ્ફટિક.

પાસેની આકૃતિ ૨૨ માંમાં કવોર્ટઝના છ બાજુવાળા પટકોણ અને શંકુ આકારના છેડાવાળા સ્ફટિકો બતાવ્યા છે.

(૯)

વિસ્તારવાળા આગ્નેય રોકનાં પોત-કુમાશ.

અમુક રોક જે પદાર્થોનો બન્યો હોય તે પદાર્થનાં રજકણોનાં કદ, આકાર વગેરેના સંબંધમાં તેમની રચનાને તે રોકનું પોત અગર કુમાશ કહેવાય છે. સામાન્ય રીતે કુમાશ વિષે કહેતાં રોકનાં કુમાશ--પોત બે તરેહનાં કહેવાય છે. ઘટ્ટ અને કરકરૂં. પાણીમાં જેમ જુદા જુદા પ્રકારના ક્ષારો પિગળીને એકઠા રહે છે, તેમ પૃથ્વીમાંથી પ્રવાહી અગર અર્ધપ્રવાહી સ્થિતિમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બહાર પૃષ્ટપર આવેલા આગ્નેય રોકમાં પણ તેના અંગભૂત પદાર્થો એકશાન થઇને રહ્યા હોય છે, એ આપણે જાણ્યું. આપણે એ પણ જાણ્યું કે એ આગ્નેયરોક જો ધીરેધીરે ટહાડો પડે છે તો એનાં રસાયનિક અંગભૂતો પોતપોતાની માંહોમાંહ જેવી અને જેટલી રસાયનિક પ્રીતિ હોય તે પ્રમાણમાં એક બીજાની જોડે રસાયનિક સંયોગ વડે જોડાઇ નવા જ પદાર્થ ઉત્પન્ન કરે છે, અને તેના સ્ફટિકો બંધાય છે.

આવા સ્ટટિકો જ્યારે કદમાં ઘણા જ ઝીણા હોય છે, ત્યારે **ક્રિસ્ટલાઇટ** અને અપૂર્ણ બંધાયલા હોય છે ત્યારે **માઇક્રોલાઇટ** કહેવાય છે. આવા ક્રિસ્ટલાઇટ અને માઇક્રોલાઇટથી માંડીને અકેક ઇંચ અથવા એથી એ મોટા સ્ફટિકો બંધાય છે. ટહાડા પડવાનો સમય ઘણો જ લંબાય તો આખો સમૂહનો સમૂહ જાણે એક જ સ્ફટિક હોય નહિ એવું રુપ ધારણ કરે છે. ગ્રાનિટ અને સયેનાઇટ જાતના પથરો આવી રીતે બનેલા છે. પણ જો ટહાડા પડવાનો સમય ઓછો હોય, મતલબ કે રોક વહેલો ટહાડો પડી ગયો હોય તો તે આગ્નેય ઉપાધિથી બનેલા કાચનું રુપ ધારણ કરે છે. આવા કાચરુપ ધારણ કરેલા પદાર્થના પોતને **વિટ્રિઅસ** નામ આપેલું છે. ટેકીલાઇટ અને ઓબ્સિડિયન જાતના પથરોનાં પોત આમ **વિટ્રિઅસ** છે. આમ સૂક્ષિમક સ્ફટિકવાળા પોતથી માંડીને ઉત્તરોત્તર મોટા થતાં થતાં અકેક ઇંચ કે એથી એ મોટા સ્ફટિકવાળાં પોત જોવામાં આવે છે. આ બન્ને જાતોની વચગાળે નાના મોટા સ્ફટિકો બનતા હોવાથી આગ્નેય રોકનાં પોત ઘણી યે જાતનાં હોય છે.

કેટલીક વખત એમ પણ બને છે કે આગ્નેય રોકના રસાયનિક ઘટકાવયવોમાંથી એક બે પદાર્થ જ સ્ફટિકરુપ ધારણ કરી શક્યા હોય છે; અને બાકીના સ્ફટિકરુપે હોતા નથી. આમ હોય છે ત્યારે કાચ જેવી બનાવટની અંદર છૂટા છૂટા સ્ફટિકો બેસાર્યા હોય નહિ, એવું જણાય છે. કેટલી વખત એક જાતના સ્ફટિકની અંદર બીજી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાતના સ્ફટિક માલમ પડે છે. વળી કેટલી વખત એમ પણ બને છે કે ભૂકવચમાં ઘણી ઉંડાઇએ ધીરે ધીરે ટહાડા પડતા રોકમાં અમુક પદાર્થના સ્ફટિકો બંધાવા માંડયા હોય તેવામાં આગ્નેય ઉપાધિવડે એ રોક ભૂપૃષ્ટ પર આવે. અને ભૂપૃષ્ટ પર આવતાં એનો સ્ફટિકરુપ ન ધારણ કરેલો ભાગ વહેલો ટહાડો પડી જાય. આમ બને છે.

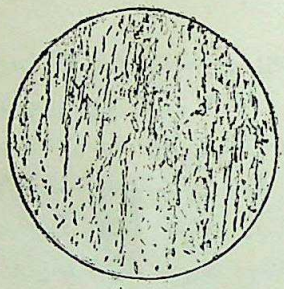


Fig. 42

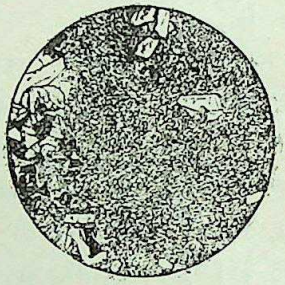


Fig. 43

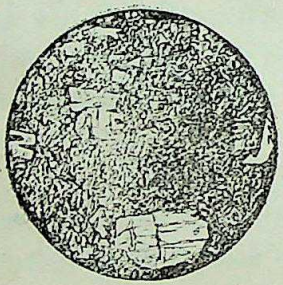


Fig. 44

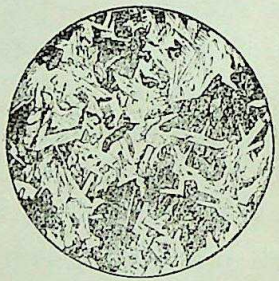


Fig 45

આ. ૨૩. રોકનાં વિવિધ પોત.

૪૨. ઓબ્સિડિયન–વિટ્રિઅસ પોત.

૪૩. ડોલેરાઇટ–ટ્રેકાઈટીસ પોત.

૪૪. ફેલ્સાઇટસ–પોર્ફિરિટિક પોત અને

૪૫. ડોલેરાઈટ–ઓફિટિક પોત.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ત્યારે ઝીણા કુમાસ્દાર પોતમાં ઓછા વત્તા ભાગેલા કે ખસાઇ ગયલા સ્ફટિકો માલમ પડે છે. આવા ઝીણા કુમાસમાં સ્ફટિકના અવશેષો-વાળા પોતને ભૂસ્તરવિદ્યામાં **પોરફિરિટિક,—સંગે સુમાક** કહે છે.

આગ્નેય રોકનાં પોતની કેટલીક રચના ઉપરની ૨૩ મી આકૃતિમાં બતાવી છે.

(૧૦)

આગ્નેય રોકની આન્તર રચના.

રોકોમાં તેમના ટહાડા પડવાના સમયાનુસાર થએલાં ઉપર વર્ણવેલાં પોત–કુમાસ–સિવાય બીજી તરેહની લાક્ષણિક રચના પણ માલમ પડે છે. ધગધગતો રસ ભૂકવચમાંથી નિકળી પૃષ્ટપર વહે છે, ત્યારે એ રસમાં રહેલી પાણીની વરાળના પ્રસરણ બળને લીધે એ રસમાં નાની મોટી ફોલ્લીઓ હોય નહિ એવી રચના બને છે. એ પરપોટીઓ ફુટીને તેમાંથી વરાળ નિકળી જાય છે અને રસમાં ખાડા ખાડા પડી રહે છે. આવા ખાડા ખાડાવાળા પોતને **વેસીકયુલર** અગર **છિદ્રાળુ** પોત કહે છે. જે રોકમાં આવાં છિદ્રો થોડાં થોડાં પથરાયલાં હોય છે તેવા રોકના કુમાશને **અલ્પછિદ્રાળુ** કહે છે. જે રોકોમાં તેના પોતાના ઘટ્ટભાગના વિસ્તાર જેટલાં છિદ્રો હોય–એટલે વિસ્તારનો અર્ધભાગ છિદ્રાળો અને અર્ધો ઘટ્ટ હોય તેને **અતિ છિદ્રાળુ** પોત કહે છે. રસ ઉપર એની અંદરની વરાળના પ્રસરણ બળને લીધે પરપોટી થઇ હોય એ ફુટી જાય એટલામાં તો એ રસ સ્હેજ ટહાડો પડે છે અને ખાડા એમના એમ પૂરાયા વગર રહી જાય છે, એથી આવી રચના થાય છે. પણ એમ પણ બને કે આવી પરપોટી મોટી થઈ ફુટી જાય તે પહેલાં ઠરી ગયા વગર રસ વહેતો જ રહે. એમ થાય ત્યારે પરપોટી ફુટી ન જતાં લાંબી થઇને નળી જેવી બને છે. કેટલાક પથરોમાં આવી લાંબી થએલી નળીઓ ઘણી હોય છે. આવા પથરોને **પુમાઇસ** કહે છે. ઘનભાગ કરતાં નળીઓ વધારે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હોવાથી આ જાતના પથરો વજનમાં બહુ જ હલકા અને પાણી ઉપર તરે એવા હોય છે. પુમાઇસ વ્યવહારમાં ગાડી રંગનારા રંગ ઉપર ઓપ-ચળકી વધારવા સારુ ઘસવામાં ઝાઝો વાપરે છે. વળી એમ પણ બને છે કે આ રસનો રેલો ધીરે ધીરે અગાડી વહેતાં ટહાડો પડીને તેનું પોત રેલા રેલા જેવું **રેસાદાર** બને છે. છિદ્રાળાં અને પૂમાઇસ જેવાં પોતવાળો રોક ઘણા કાળ સુધી ઉંડાણમાં દટાયલો રહ્યો હોય છે તો તેના પોલાણમાં બીજા પદાર્થો ભરાઇને બદામમાં જેમ મીજ હોય છે એવી રચના બને છે. આવા બીજા પદાર્થોથી ભરાયલા પોલાણવાળા પોતને **ગાંગડાદાર-એમેગ્ડોલોઇડ** પોત કહે છે. કોણ જાણે કેમ પણ વૈજ્ઞાનિકોને અને શાસ્ત્રીઓને જૂની ભાષાઓ તરફ પક્ષપાત હોય છે. આપણામાં પણ શિષ્ટ ગ્રંથોમાં ગુજરાતીને બદલે સંસ્કૃત નામ અપાય છે; તેમ યૂરોપમાં લેટિન અને ગ્રીક જેવી જૂની ભાષામાં નામ પાડે છે. ગ્રીક ભાષામાં બદામનો પર્યાય શબ્દ એમેગ્ડોલોન છે, તેથી આવા બીજા પદાર્થના ગાંગડા જેમાં ભરાયલા હોય એવા પોતને આ નામ આપ્યું છે.

(૧૬)

આગ્નેય રોકનાં રસાયનિક અડ્ભૂતો.

રસાયનિક બનાવટને અંગે જોતાં આગ્નેય રોકો સિલિકા નામના રસાયનિક એસિડ અને એલ્યૂમિના, પોટાશ, સોડા, મેગ્નેશિયા અને ચૂનો એ બેઝ અને ઓછા વત્તા પ્રમાણમાં લોઢાના ઓકસાઇડના બનેલા હોય છે.

સિલિકા (SiO_2),-ચકમક એ રસાયનિક પરિભાષામાં એસિડના વર્ગમાં આવે છે. સિલિકા ભૂરા લિટમસને લાલ કરતું નથી, તેમ જ એ સ્વાદે જલદ અને ખાટું એ નથી. છતાં એનામાં બેઝની જોડે મળીને ક્ષાર બનાવવાનો એસિડનો લાક્ષણિક ગુણ વિશેષ હોવાને લીધે સિલિકા એસિડના વર્ગમાં આવે છે. ગમે તે બેઝની જોડે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મળીને સિલિકા તેનો સિલિકેટ બનાવે છે. રોકોના અંગભૂત પદાર્થોમાં સિલિકા બહુ જ અગત્યનો છે, કેમકે ભૂકવચની બનાવટમાં સેંકડે ૪૦ થી ૮૦ ભાગ સિલિકાનો હોય છે. ભૂકવચમાં કેટલીક વખત સિલિકા શુદ્ધરુપે જ હોય છે. તદ્દન સિલિકાના જ બનેલા આ રોકને ક્વોર્ટ્ઝ કહે છે. પણ સામાન્યતઃ સિલિકા બીજા ઓઝની સાથે મળીને સિલિકેટ બનેલે રુપે ભૂકવચમાં મળી આવે છે. જુદા જુદા ઓઝની જોડે રસાયનિક સંયોગ કરવાથી જુદી જુદી તરેહના સિલિકેટો બને છે. આગ્નેયરોકનો ઘણો જ મોટો ભાગ આવા સિલિકેટનો બનેલો હોય છે.

આ પ્રમાણે આગ્નેય રોકોમાં મોટે ભાગે મળી આવતા સિલિકેટને લીધે જ્યારે આગ્નેય રોકના રસાયનિક, એટલે રસાયનિક બનાવટને અનુસરીને વિભાગો પડાય છે, ત્યારે અમુક રોકમાં સિલિકાનું પ્રમાણ કેટલું છે એટલું જ માત્ર જોવાય છે. જે રોકોમાં સેંકડે ૬૫ ટકાથી વધારે સિલિકા હોય તેને **એસિડરોક**, જેમાં એનું પ્રમાણ સેંકડે ૪૫–૫૫ ટકા જેટલું હોય તે **બેઝિકરોક** અને જેમાં સેંકડે ૫૫–૬૫ ટકા જેટલો સિલિકેટ હોય તે **વર્ણશંકર** રોક કહેવાય છે.

(૧૨)

રોકની કઠણાશ, તેનું માપ અને રોકનું સંબંધપૂર્વક વય.

કઠણાશનું માપઃ—રોકોનું વર્ણન કરતાં જેમ એના પોત વિશે કહેવામાં આવે છે, તેમ જ રોકની કઠણાશ અંગે પણ કહેવામાં આવે છે. રોકની કઠણાશ નક્કી કરવાની રીત **ડા. મોહ** નામના વિદ્વાને ઠેરવી છે. એમણે જુદી જુદી કઠણાશવાળા નીચે જણાવેલા દસ પદાર્થ પસંદ કર્યા છે.

૧. તાલ્ક. (અબરખનું પૂર્વરુપ હોઇ પોચામાં પોચો પદાર્થ છે તે.)

૨. રોકસોલ્ટ. (સીંધવ)

૩. કેલ્કસ્પાર.

૪. ફ્લૂઓરસ્પાર.

૫. એપેટાઇટ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૬. ફેલ્સ્પાર.
૭. સિલિકા (ચકમક).
૮. પોખરાજ
૯. કોરણ્ડમ. અને
૧૦. હીરો.

ઉપર કહેલા દસ પદાર્થ પસંદ કરીને તેમને એક, બે, ત્રણ એમ દસ સુધી સંખ્યાવાચક નામ આપ્યાં. આ દસ પદાર્થને "**મોહનું કઠણાશનું માપ**" એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે.

હવે અમુક રોકની કઠણાશ માપવાને શું કરાય છે તે જોઇએ. ધારો કે અમુક રોકની કઠણાશ નક્કી કરવી છે. તો એ પદાર્થ ઉપર પહેલા નંબર વડે ઘસરકો કરવો. જો એ પદાર્થ ઉપર પહેલા નંબરના ઘસરકાથી આંકો પડે તો એ રોકનો નંબર પહેલા નંબરથી ઓછો. અને આંકો ન પડતાં પહેલો નંબર જ ઘસાય, તો એના પર બીજા નંબરવડે ઘસરકો કરી જોવો. એનાથી પણ આંકો ન પડે તો ત્રિજો નંબર એમ ઉત્તરોત્તર ચઢતા નંબરો વડે ઘસરકા કરતાં જે નંબરે આંકો પડે તે નંબરથી ઓછી અને એની નીચેના નંબરથી વધારે એમ એની કઠણાશ કહેવાય છે. ધારો કે એક ખનિજને આ પ્રમાણે તપાસતાં એ ખનિજથી સાતમા નંબર ઉપર આંકો પડે, અને આઠમા નંબરથી એ ખનિજ ઉપર આંકો પડે તો એ ખનિજની કઠણાશ ૭.૫, (સાતપૂર્ણાંક પાંચ દશાંશ) છે એમ કહેવાય. કોઈ ખનિજથી આઠમા નંબર પર આંકો પડે અને નવમા નંબર વડે એના ઉપર આંકો પડે તો એ ખનિજની કઠણાશ ૮.૫ (આઠ પૂર્ણાંક પાંચ દશાંશ એટલે) સાડાઆઠ છે એમ કહેવાય.

વિદ્યાર્થીઓની સુગમતા ખાતર હીરા સિવાય, આ નવે નંબરના પદાર્થના નાના નાના કડકા એક કાર્ડની પેટીમાં ખાનામાં ગોઠવેલા મળે છે, એને પણ " મોહનું કઠણાશનું માપ " કહેવામાં આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રોકોનું વયઃ—ઘણી વખત રોકના વય સંબંધી એટલે એ ક્યારે બંધાયો હશે એ સંબંધી વિચાર કરવાનું પ્રાપ્ત થાય છે.

એ યાદ રાખવું કે રોક અગર પડનું વય અમૂક વર્ષનું છે એમ કહી શકાય જ નહિ. બીજા રોકની સરખામણીમાં એટલે આ રોક કે પડ, આ બીજા રોક કે પડથી જૂનું કે નવું એટલું જ માત્ર કહેવાય. આમ રોકોનું સંબંધપૂર્વક વય નક્કી કરવાની પાંચ કસોટીઓ છે.

૧ પ્રવેશ. ૨ ઉપરીતન સ્થાન. ૩ માંહે રહેલા કડકા. ૪ ખનિજ બનાવટ અને ૫. ફોસિલ.

ઉપર કહેલી પાંચ કસોટિયો પૈકી પ્રથમની ત્રણ કસોટિયો ભરોંસો રાખવા લાયક છે, અને પાંચમી ઘણી જગાએ કામે લગાડી શકાય એવી છે.

પ્રવેશ—એક જાતનું પડ બંધાયા પછી જો તેમાં બીજી જાતના પડે પ્રવેશ કર્યો હોય તો એ ખૂલ્લું જ છે કે પ્રવેશ કરનાર પડ જેમાં પ્રવેશ કર્યો હોય એ પડ કરતાં નવું. જળમળ રોકના બંધાયલા પડની અંદર નીચેથી કે આજુ બાજુથી આગ્નેય રોક ઘુસી ગએલો જણાય તો જળમળ રોકનું પડ જૂનું અને આગ્નેય રોક પછીનો એટલે નવો એ દેખીતું જ છે.

ઉપરિતન સ્થાન—જળમળ રોકનાં પડો ક્ષિતિ જ સમસૂત્ર બંધાય છે એ આપણે કહી ગયા. એ પ્રમાણે એક ઉપર એક એમ બંધાયલાં પડોમાં જે પડ નીચે બીજા પડની તળે હોય તે નીચેનું પડ ઉપર બંધાયલાં પડો કરતાં જુનું. એ ખૂલ્લું જ છે કે નિચલું પડ પ્રથમ બંધાયલું હોય તો જ ઉપરનું એની ઉપર બંધાય.

માંહે રહેલા કડકા—જ્યારે જળમળ રોકનાં પડો બંધાતાં હોય ત્યારે કેટલી વખત તેમાં બીજી જાતના રોકના કડકા પડે અને પડમાં બંધાય. એ સ્પષ્ટ છે કે બંધાતું પડ નવું અને માંહી પડેલા કડકા જે રોકના હોય તે જૂનો. જો પ્રથમથી કડકા હોય તો જ બંધાતા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રોકમાં પડી તેમાં બંધાય. રેતીના પડમાં આગ્નેય ટ્રેપ રોકના કડકા જડી આવે તો એ ટ્રેપ રેતી કરતાં જૂનો, એટલે કે એનું વય વધારે.

ખનિજ બનાવટ—જુદાં જુદાં પડોની ખનિજ બનાવટ એક જ સરખી હોય તો તે રોક એક જ સમયનો એમ અનુમાન કરાય એ ખરું, પરન્તુ એ અનુમાન સર્વદા ખરું ન યે હોય; કેમકે ભૂકવચમાં જુદા જુદા સમયમાં બંધાયલાં પણ એક સરખી ખનિ જ બનાવટનાં પડો પ્રાપ્ત થાય છે. સરખા સંયોગોમાં જુદા જુદા સમયનાં પડો એક જ તરેહની ખનિજ બનાવટનાં હોઇ શકે એમ હોવાથી આ કસોટી સર્વદા ભરોસો રાખવા જેવી નથી.

આશ્મિકભૂત સેન્દ્રિય પદાર્થ (ફોસિલ)—બધી કસોટિયો કરતાં પડોમાંથી સંપાદન થતા પથ્થર રુપ થએલા સેન્દ્રિય અવશેષો બહુ ભરોંસો રાખવા યોગ્ય કસોટી છે. જેમ જેમ ભૂકવચનો શોધ વધારેને વધારે થતો જાય છે, તેમ તેમ ખાત્રી પૂર્વક જણાતું જાય છે કે ભૂપૃષ્ટ ઉપર જુદે જુદે કાળે જુદી જુદી જાતનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિનો ઉદ્‌ભવ થયો છે. ખૂદ ફોસિલને અંગે બોલતાં આ વાતનું વધારે સ્પષ્ટીકરણ કર્યું હોવાથી અહીં વધારે કહેવાની જરુર નથી. બેશક આખા ભૂગોળ પર મળી આવતાં આ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિયો હમેશ એક જ સરખાં હોતાં નથી, તેમ જ એક જ જાતનાં હોતાં નથી, પણ એક બીજાંને બહુ જ મળતાં આવે એવાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ મળી આવે છે.

(૧૩)

આગ્નેય રોકમાંના ખનિજો.

સઘળા આગ્નેય રોક સ્ફટિક, અગર (દાણાદાર જેવા) નાના સ્ફટિકરુપ અગર કાચરુપ જેવા ખનિજના બનેલા હોય છે. મૂળ ધગધગતા રસમાં જે પદાર્થ હોય તે ઉપરથી ખનિજોની જાતો નિર્માણ થાય છે. બહુધા જેમાં એક જ તરેહનાં રસાયનિક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અંગભૂત હોય તે ખનિજો એક જ જાતના હોય છે, પણ એનો અપવાદ પણ છે.

રસાયનિક અંગભૂતોને અનુસરીને ખનિજોના

અ. શુદ્ધ સિલિકા,

બ. સિલિકેટો, અને

ક. જુદા જુદા ઓકસાઇડો એવા ત્રણ વર્ગ પાડવામાં આવે છે.

અ. શુદ્ધ સિલિકાના બનેલા ખનિજોઃ—

કવોર્ટઝ–શુદ્ધ સિલિકાના બનેલા ખનિજોમાં સૌથી અગત્યનો ખનિજ તે કવોર્ટઝ છે. એમાં સિલિકા સ્ફટિકરુપે હોય છે. એના સ્ફટિક સંપૂર્ણ બંધાયલા અને છ બાજુના હોય છે; અને એને છેડે એનો આકાર શંકુના જેવો હોય છે. (**આ.** ૨૨ જુઓ) તેઓ રંગવગરના, નિર્મળ, કાચ જેવા ચકચકિત અને કઠણાશમાં પોલાદ કરતાં વધારે સખ્ત હોય છે. પોલાદથી–ચપ્પુથી એના ઉપર ઘસરકો પાડી શકાતો નથી. આવા સંપૂર્ણરુપના સ્ફટિકો આગ્નેયરોકમાં કવચિત મળે છે. બહુધા ગોળ થએલા કડકા અગર સ્ફટિકરુપ ધારણ કરેલાં ગચ્છીઆં રુપે મળે છે. પંચમહાલમાં દાહોદના નગરાળા અને ગડોઇ નામે ગામોની સીમમાં નાની નાની ટેકરીઓમાંથી કેટલાક સંપૂર્ણ અને ભાંગેલા એવા સિલિકાના સ્ફટિકો પ્રાપ્ત થાય છે.

બ. સિલિકેટવડે બનેલા ખનિજોઃ–

એલ્યૂમિના સિલિકેટ અને એલ્કલિઝના બનેલા, જેવા કે ફેલ્સ્પાર અને મૈકા; અને લોઢાના સિલિકેટ અને મેગ્નેશિયાના બનેલા, જેવા કે હોર્નબ્લેંડ, ઓગાઇટ અને ઓલિવાઇન એમ આ જાતના બે ભેદ પડે છે.

(૧) એલ્યૂમિના અને એલ્કલીઝના સિલિકેટઃ–

ફેલ્સ્પાર એ આગ્નેય રોકમાં બહુ અગત્યનો છે. એ બહુધા ઘણા રોકની બનાવટમાં ભળેલો જણાય છે. ઘણા થોડા રોકની

પુસ્તકાલય
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar
ગુરુકુલ કાંગડી

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બનાવટમાં એ હતો નથી. પોતાના સફેદ રંગ અને સહજ ગુલાબી સુરખીવડે, એના પત્રાં જેવા સ્ફટિકરુપ વડે અને કહણાશનો મુકાબલો કર્યે એ તરત પરખાઇ જાય છે. તેઓ પોટાશ, સોડા અને લાઇમના સિલિકેટના બનેલા હોઇ તેમની અંદરના પોટાશ, સોડા અને લાઇમના પ્રમાણમાં જુદી જુદી જાતના જણાય છે. ફેલ્સ્પારની **ઓર્થોકલોઝ** અને **પ્લેજીઓકલોઝ** એવી બે જાતો છે. એકબીજાને કાટખૂણે આવેલી દિશામાં એની પતરીઓ ઉખડે છે, તે ઉપરથી આ જાત ઓર્થોકલોઝ [ઓર્થો=સિધા+કલેઓ=હું ઉખડુ છું] કહેવાય છે. પ્લેજિયોકલોઝ ફેલ્સ્પારની પતરીઓ કાટખુણાની દિશામાં ઉખડતી નથી. ઓર્થોકલોઝ ફેલ્સ્પાર તે એલ્યૂમિના અને પોટાશનો સિલિકેટ છે. સેનિડાઇન નામનો પથર આ જાતનો છે. પ્લેજિયોકલોઝ ફેલ્સ્પારની પણ જુદી જુદી જાતો છે, એના સ્ફટિક ઓર્થોકલોઝ જેવા હોવા છતાં તેમની રસાયનિક બનાવટ જુદી હોય છે, અને એમ હોવાથી તેઓ દેખાવમાં જુદા પડે છે.

એલ્બાઇટ–સોડાનો ફેલ્સ્પાર, **ઓલિગોકલોઝ**–સોડા અને લાઇમનો ફેલ્સ્પાર, **લેબ્રેડોરાઇટ**–લાઇમ અને સોડાના ફેલ્સ્પાર, અને **અનોર્થાઇટ** લાઇમનો ફેલ્સ્પાર; આ બધી એની જુદી જુદી પેટાજાતો છે.

ફેલ્સ્પેથોઇડ–કેટલાક રોકોમાં ફેલ્સ્પારને ઠેકાણે આ ખનિજ માલમ પડે છે. આ ખનિજ રસાયનિક બનાવટમાં ફેલ્સ્પાર જેવો જ હોવા છતાં એના સ્ફટિકો જુદી જાતના હોય છે.

મૈકા–અબરખ:–

ફેલ્સ્પારની પેઠે જ અબરખની બનાવટ પણ જુદી જુદી હોય છે. સઘળી જાતના અબરખોમાં માત્ર એક જ સમાનતા છે. તેઓ સઘળાનાં પાતળાં, વળી શકે એવાં અને પારદર્શક પત્રાં ઉખડે છે. **મોસ્કોવાઇટ** જાતના અબરખનો રંગ સફેદ હોય છે. રુશિયામાં એનાં પત્રાં બારીઓમાં કાચને બદલે જડાય છે. આ અબરખ પોટા-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શનો બનેલો છે. **બાયોટાઈટ** નામે મેગ્નેશિયાના અબરખનો રંગ બહુધા કાળો અથવા કાળાશ પડતો લીલો હોય છે.

(૨) લોહું અને મેગ્નેશિયાના સિલિકેટઃ–

આ સિલિકેટો ખસુસ કરીને આછા લીલા રંગથી માંડીને ઘેરા કાળા જેવા લીલા રંગના હોય છે. એની અંદર ભળેલા લોઢાના ઓછાવત્તા પ્રમાણ પર એના રંગનો આધાર છે. એની વધારે ઉપયોગી જાતો નીચે મુજબ છેઃ—

હોર્નબ્લેન્ડ.—આ ખનિજ ઘેરા લીલા અગર કાળા રંગનો હોય છે. ત્રાંસા અને ટુંકાટુંકા સ્ફટિક અગર પાનાં રુપે એ જડે છે. એની એક જાત રેસા રેસા વાળી છે. એ જાતને **એસબેસટોસ** કહે છે. એસબેસટોસ વ્યવહારમાં બહુ જ ઉપયોગી છે. ઉષ્ણતાવાહક ન હોવાથી એ વરાળયન્ત્રમાં બોઇલર અનેવરાળની નળીઓ ઉપર વિંટાળવામાં આવે છે કે જેથી વરાળ ટહાડી પડી ન જાય. ચા, દુધ વગેરે જે વસ્તુને ઉની ને ઉની રાખવી હોય તે ભરવાની શીશીઓની બનાવટમાં વપરાય છે, જેથી કલાકોના કલાકો સુધી ચા ઠંડી પડી જતી નથી. વિલાયતમાં ગરમી સારુ કોયલાને બદલે એનાં કૃત્રિમ ગુછળાં બનાવી ભિતમાં રાખેલી શગડીઓમાં ગોઠવે છે. ચ્યાસ સળગાવવાથી એ ગુછળાં તપીને લાલચોળ થઇ જઇ કોયલા જ ન બળતા હોય એવો ભાસ આપે છે. જાતે કોયલા ન હોવાથી મેંશ, રાખ વગેરે ન બનતાં સ્વચ્છતા જળવાય છે. આગમાં બળે નહિ એવી ત્રિજોરીઓ બનાવવામાં પણ આ વપરાય છે.

૨. એવી જ રસાયનિક બનાવટનો બીજી જાતનો પથર તે **ઓગાઈટ** છે. એ ચળકતા અને ટુંકા સ્ફટિક રુપે મળે છે અને ઘેરા લીલા રંગનો છે.

૩. **એન્સ્ટેટાઈટ, બ્રોન્ઝાઈટ અને હાઈપરથીનઃ**–આ પથરાઓ ઓગાઈટની જ જુદી જુદી પેટા જાતો ગણાય છે. એ લીલા, વાદળી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને કાળા રંગના હોય છે. એ જાતના કેટલાક પથર રંગવગરના પણ હોય છે. એન્સ્ટેટાઇટની બનાવટમાં સૌથી ઓછું, બ્રોન્ઝાઇટમાં એથી વધારે અને હાઇપરસ્થીનમાં સૌથી વધારે લોઢું હોય છે. હાઇપરસ્થીન જાતનો પથ્થર તો જાણે નરી ધાતુ જ હોય નહિ એવો દેખાય છે.

૪ **ઓલિવાઇન.** બેઝવાળા અને અલ્ટ્રા (વધારે) બેઝવાળા રોકોમાં આ ખનિજ સ્ફટિક અથવા કાચની ગોળીઓ જેવે રુપે મળી આવે છે. એનો રંગ ઘેરો લીલો હોઇ, કાળે કરીને બદલાય છે. બદલાઇને સાપના શરીરપર હોય છે એવા જુદા જુદા રંગના ટપકાંવાળો બની જાય છે. આમ કેવળ બદલાઇ ગએલા પથરને **સર્પેન્ટાઇન** કહે છે.

ક. ઓકસાઇડો.

આ જાતના ખનિજોમાં લોઢાનો ઓકસાઇડ મુખ્ય છે. આગ્નેય રોકોમાં લોઢાનો ઓકસાઇડ–નર્યો–પોતાને જ રુપે મળી આવે છે.

અપારદર્શક અને લોહચુંબકની અસર જેને થાય એવી જાતનો કાળો ઓકસાઇડ સઘળા આગ્નેય રોકોમાં મળી આવે છે. એને **મેગ્નેટાઇટ** કહે છે. મેગ્નેટાઇટના ખવાઈ જવાથી **હેમેટાઇટ** નામે લોઢાનો રાતો ઓકસાઇડ બને છે. ટિટાનિયમ નામની ધાતુ અને લોઢાના ઓકસાઇડનો બનેલો બીજો ખનિજ તે **ઇલ્મેનાઇટ** છે. ઇલ્મેનાઈટ કેટલાક રોકોમાં લોઢાના કાળા સ્ફટિક અગર દાણાદાર રુપે મળી આવે છે. આ બધા ખનિજો ઓકસાઇડ્સના વર્ગમાં આવે છે.

(૬૪)

વિસ્તીર્ણ આગ્નેયરોકોનું વર્ગીકરણ.

વિસ્તીર્ણ આગ્નેય રોકો બધા કાંઈ એક જ તરેહના હોતા નથી. તેમની રસાયનિક બનાવટ, તેમના અંગભૂત ખનિજો, તેમનાં પોત, ભૂકવચમાં તેમની સ્થિતિ અને તેમના અસ્તિત્વમાં આવ્યાના સમય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને સ્થળ પરત્વે તેઓ આપસઆપસમાં ભિન્ન જણાય છે. આ ભિન્નાભિન્નતા પ્રથમના કરતાં બીજી, બીજીના કરતાં ત્રીજી, એના કરતાં ચોથી એમ ઉત્તરોત્તર સહેજ ઓછા મહત્વની લેખાય છે. આ બધી બાબતોને સમગ્ર રીતે લક્ષમાં લઇને આગ્નેયરોકની ઉપયોગિતાનુસાર ગોઠવણવાળું વર્ગીકરણ કર્યું હોય તે ઉત્તમ કહેવાય.

પ્રથમના ભૂસ્તરવેત્તાઓ આગ્નેય રોકના અસ્તિત્વમાં આવ્યાના સમય અને એમના પોતને ધોરણે જ તેમના વર્ગ પાડતા. ગ્રાનીટ અને એવા બીજા નાના મોટા સ્ફટિકરુપ ભૂકવચના ઉંડાણમાં આવેલા પડબંધ રોકની સાથે કાંઇ પણ સંબંધ ધરાવતા હોવાનું ધારી તેમને પ્લૂટોનિક રોક કહેતા. ગ્રીકનો પ્લૂટો નામનો દેવ પાતાળનો અધિપતિ મનાતો અને આ રોકો પાતાળમાંથી–ઘણા ઉંડાણમાંથી નીચેથી ઉપર આવ્યાના સબબે અગર પાતાળ–ઉંડાણમાંના પડબંધ રોકની સાથે કાંઇ પણ સંબંધ ધરાવતા હશે ધારી તેમણે આ નામ પસંદ કર્યું હતું. એ ભૂસ્તરવેત્તાઓની માન્યતા હતી કે આ રોકો જુનામાં જુના છે. ઝીણા દાણાદાર લાવા અને જુના ભૂસ્તર સમયનાં પડોમાં પ્રવેશ કરેલા આગ્નેય રોક જે ઘણા કાળે કરીને દેખાવમાં તેમ જ રસાયનિક બનાવટમાં પલટાઇ ગયા હોય છે, તે જ્વાળામુખીઓમાંથી નિકળતા રોક કરતાં જુદી જ જાતના રોક છે, એમ પ્રથમના ભૂસ્તરવેત્તાઓએ માની લીધું હતું. આવા રોક બહુધા ચઢતા ઉતરતા પગથારના રુપમાં મળી આવતા હોવાથી તેમણે એ રોકોને ટ્રેપ્સ એવું નામ આપ્યું હતું. વળી વલ્કન કરીને ગ્રીક લોકોનો યુદ્ધનો દેવ હતો. જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતો ધગધગતો રસ, ધુમાડો અને તે વખત થતા ધડાકા ભડાકા એ જાણે યુદ્ધની સામગ્રી હોય નહિ, એવી કલ્પના કરીને એ ભૂસ્તરવેત્તાઓએ આધુનિક જ્વાળામુખીમાંથી નિકળતા રોકને જ માત્ર "વોલ્કેનિક" કહ્યા છે. મતલબ કે પ્રથમના ભૂસ્તવેત્તાઓએ આગ્નેયરોકોના "પ્લૂટોનિક" અને "વોલ્કેનિક" એવા બે વર્ગ પાડયા હતા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વર્ગીકરણની આ પદ્ધતિ હાલ પ્રચલિત ન હોવા છતાં, જુના ભૂસ્તરવેત્તાઓએ આ રોકોની ઉત્પત્તિ અને મર્યાદા પર નજર રાખીને પાડેલાં આ નામો અદ્યાપિ વપરાશમાં છે.

હાલ તો આપણે જાણીએ છિયે કે જુના અને નવા આગ્નેય રોકો ખરું જોતાં સરખા જ છે. જુનામાં જુના ભૂકવચના પડસમુદાય તેમ જ નવામાં નવા પડસમુદાયમાં આવેલા આગ્નેય રોકો વસ્તુતઃ એક જ જાતના છે. માત્ર ભૂકવચમાં ગોઠવાયા બાદ તેમનામાં થએલા ફેરફારોને લઇને જ તેઓમાં તફાવત જણાય છે.

આ વિસ્તીર્ણ આગ્નેય રોકોમાં સિલિકા (ચકમક) ખનિજનું પ્રમાણ સેંકડે કેટલા ટકા છે, તે ઉપરથી, તેમ જ તેઓ કેટલે અંશે સ્ફટિક રુપમાં છે તે ઉપરથી તેમના કેવા વર્ગ પડે છે તે જોઇએ.

વિભાગ. અ. એસિડ રોકો.

રોકો, એમાં સિલિકાનું પ્રમાણ સેંકડે ૬૫–૮૦ ટકા જેટલું હોય છે તે. ઓર્થોકલોઝ, અબરખ અને કવોર્ટઝ એ એના લાક્ષણિક ખનિજો છે.

પેટાવિભાગ–૧.

પ્લુટોનિક રોકોઃ–મોટા સ્ફટિકવાળી જાતો.

ગ્રાનિટઃ–આ રોક ઓર્થોકલોઝ, અબરખ અને કવોર્ટઝના ઝીણા ઝીણા સ્ફટિકોનો બનેલો છે. એની જુદી જુદી ઘણી જાતો હોય છે. સહુથી મોટા સ્ફટિકોવાળી એક જાત રાક્ષસી ગ્રાનીટ કહેવાય છે. બીજી એક જાત છે જેમાં કવોર્ટઝ અને ફેલ્સ્પારના સ્ફટિકો ફુલગુંથણીથી એકઠા ભળેલા હોય છે. અને એની અંદરના અબરખના સ્ફટિકોના આકાર હિબ્રુભાષાના અક્ષરો હોય નહિ એવા દેખાય છે. આ જાતને પેગ્મેટાઇટ અગર ગ્રાફીકગ્રાનીટ કહે છે. ગ્રાનીટની જે જાતોમાં મૂળના અબરખના ઓછાવત્તા સ્ફટિકો જઇને તેને બદલે જુદા જુદા ખનિજના સ્ફટિકો આવ્યા હોય છે,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેમનાં નામ તે નવા આવેલા સ્ફટિકોની જાતો ઉપરથી પડાયાં છે. જેવી કે હોર્નબ્લેંડ ગ્રાનીટ, ઓગાઇડ ગ્રાનીટ. કદી કદી પોર્ફેરિટિક બનાવટવાળા ગ્રાનીટ પણ મળી આવે છે. એમાં ઓર્થોકલોઝના બહુ મોટા સ્ફટિકો દૃષ્ટિગોચર થાય છે. ઝીણા કુમાસદાર પોતમાં ઓછા વત્તા ભાગેલા કે ખવાઈ ગએલા સ્ફટિકો જેમાં હોય તેવી બનાવટને પોર્ફેરિટિક કહે છે એ તો કહી ગયા છિયે.

વોલ્કેનિકરોક–(જ્વાળામુખીથી ઉત્પન્ન થએલા). એસિડ લાવા અને ભૂકવચની બહાર નિકળેલા બીજા રોકો.

ખનિજ બનાવટમાં લાવા ગ્રાનીટના જેવો જ હોય છે. **હિઓલાઇટ** અને **લિપેરાઈટ** જાતના પથરો લાવાના જ બનેલા હોય છે. હીઓલાઇટ પ્રવાહી લાવાના થએલા હોવાથી તેમાં લાવાના વહેવાને લીધે થએલા પટા પટા જેવો દેખાવ હોય છે. જે પથ્થરોમાં આવા પટા પટા જેવો દેખાવ નથી હતો તેને લિપેરાઇટ કહે છે. આ વર્ગમાં જ્વાળામુખીવડે બનેલા કાચ (ઓબ્સિડિયન) અને કાચ જેવા પિચસ્ટોન જાતના પથ્થરોનો સમાવેશ થાય છે.

વિભાગ. બ.

(એસિડિક અને બેઝિકના વચગાળાનાં રોકો).

આ વર્ગમાં સિલિકાનું પ્રમાણ સેંકડે ૬૦થી ૬૫ ટકા હોય છે. એ વર્ગમાં ઓર્થોકલોઝ અને હોર્નબ્લેંડનો સમાવેશ થાય છે.

પેટા વિભાગ ૨

પ્લૂટોનિકઃ–ગ્રાનીટના જેવા પણ મોટા દાણાદાર રોકને સાયેનૈટ કહે છે. ગ્રાનીટની પેઠે આમાં ક્વોર્ટઝ ખનિજ હતો નથી, અને અબરખને બદલે એમાં હોર્નબ્લેણ્ડ હોય છે. આ વર્ગની કેટલીક જાતમાં આ બે ખનિજો હોય છે પણ ખરા–જેવી કે ક્વોર્ટઝસાયેનૈટ અબરખીસાયેનૈટ.

વોલ્કેનિકઃ–આ વર્ગમ ટ્રેકાઇટીઝ જાતના પથ્થરોનો સમાવેશ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જે રોકની ભાગેલી સપાટી તેના ઉપર હાથ ફેરવતાં ખૂંચે એવી હોય છે તેવાને ટ્રેકાઇટ કહે છે. એવા રોકો જે ખનિજના બનેલા હોય છે તે ખનિજના નામ પરથી એનાં નામ પડે છે. જેમકે સેનિડાઇન ટ્રેકાઈટ, હોર્નબ્લેન્ડ ટ્રેકાઇટ.

જે રોકોનું ટ્રેકાઇટ રુપ બદલાઇ જઇને તેણે ઓર્થોકલેઝરુપ ધારણ કર્યું હોય છે તેવાને ફેલ્સાઇટીઝ કહે છે. જેમકે હોર્નબ્લેણ્ડફેલ્સાઇટ અને અબરખીફેલ્સાઇટ,

પેટા વિભાગ ૩.

આ વિભાગના રોકોમાં સિલિકાનું પ્રમાણ સેકડે ૫૦ થી ૬૦ ટકા હોઇને તેના હોર્નબ્લેડ અને પ્લેજીઓકલેઝ એવા ભેદ છે.

ગ્રાનીટ જેવાઃ–આ જાતના બધા પથ્થરોને ડાયોરાઇટ નામ આપવામાં આવ્યું છે. એની બનાવટમાં ઓર્થોકલેઝને બદલે પ્લેજીઓકલેઝ આવે છે. ક્વાર્ટ્ઝડાયોરાઇટ અને અબરખીડાયોરાઈટ એ એની મુખ્ય જાતિયો છે.

વોલ્કેનિકઃ–આ વિભાગના વોલ્કેનિક પથ્થરોમાં એંડિસપર્વતમાં થતા પથ્થરોનો સમાવેશ થાય છે. આ પથ્થરો લાક્ષણિક ટ્રાકાઇટના કરતાં વિશેષ કાળા રંગના હોય છે. એમની અંદરના હોર્નબ્લેડ, અબરખ ઇત્યાદિ પદાર્થોને લઇને એમની ઘણી જાતિયો બને છે. જેવીકે હોર્નબ્લેંડએંડિસાઇટ, અબરખી એંડિસાઇટ, કવોર્ટઝએડિસાઇટ વગેરે.

વિભાગ ક. બેઝિકરોકો.

(જેમાં સિલિકાનું પ્રમાણ સેંકડે ૪૫ થી ૫૫ ટકા હોય છે તેવા બેઝિક રોકો).

આ રોકોમાં મુખ્યત્વે પ્લેજીઓકલેઝ, મેગ્નેટાઇટ સહિત પાઈરોસીન એ ખનિજો હોય છે. ઘણી વખત એમાં ઓલિવાઇન પણ હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પેટા વિભાગ. ૪

પ્લૂટોનિકઃ—આ જાતિમાં ઇટાલીમાં મળતા ગેબ્રો જાતના પથ્થરોનો સમાવેશ થાય છે. એમાં પ્લેજીઓકલેઝ અને ઓગાઇટ ખનિજો હોય છે. ઓલિવાઇનગેબ્રો અને ટ્રેકટોલાઈટ એવી ઘણી જાતના પથ્થરો આ જાતિના છે. આમનું પોત કરકરું હોય છે.

વોલ્કેનિકઃ—આ જાતના પથ્થરોમાંના સ્ફટિકો નરી આંખે દેખાય એવા હોય છે. એવા મોટા સ્ફટિકવાળાને ડોલેરાઈટ અને જેમાં સ્ફટિકો ઝીણા અને કુમાશ ઘટ્ટ હોય છે તેને બેસોલ્ટ કહે છે.

પેટા વિભાગ ૫. વિશેષ બેઝિકઃ—

આ જાતિમાં સિલિકાનું પ્રમાણ સેંકડે ૪૫ ટકાથી ઓછું હોય છે. મુખ્યત્વે કરીને એમાં ઓલિવાઈનિ અને પાયરોક્ષિન ખનિજો હોય છે.

આ જાતિના રોકો સામાન્યતઃ સર્વ દેશોમાં ઓછા મળી આવે છે. તેઓ કરકરા સ્ફટિકદાર હોઈ તેમાના ફેલ્સ્પારનું પ્રમાણ બહુ ઓછું હોય છે. વખતે તો ફેલ્પાર સમુળગો હોતો જ નથી. આ રોકોને પેરિડોલાઇટ એવું સામાન્ય નામ અપાય છે. ખરતા તારાઓમાં બહુધા આ રોક જ હોય છે. પેરિડોલાઈટનું રૂપાંતર થઇ તેમાથી સર્પેન્ટાઈનિ જાતના પથ્થર બની જાય છે. ઇંગ્લાંડમાં મળતા સર્પેન્ટાઈનિ પથ્થરો આમ પેરિડોલાઈટના રૂપાંતર થવાથી જ બનેલા છે. આ રોકની જાતિયો પત્રાંદાર કુમાશની હોય છે. આથી એના ઉપર કશું ઠોકતાં તેમાંથી ધાતુના જેવો રણકો સંભળાય છે. એ ઉપરથી એને ફોનોલાઈટ નામ પ્રાપ્ત થયું છે.

(૧૫)

વિસ્તીર્ણ આગ્નેયરોકનું નિસ્સારણ અને આન્તરપ્રવેશ.

આગ્નેય રોકો, તેની મુખ્ય મુખ્ય જાતિયો તેમાં મળી આવતા તેમ જ તેમના અહ્ગભૂત ખનિજો વગેરેને સંબંધે ટૂંકાણમાં કહી ગયા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હવે આ આગ્નેયરોકો ભૂકવચમાં અને ભૂપૃષ્ટપર કેવી રીતે-કેવા રુપમાં પથરાયલા મળી આવે છે તે સંબંધી કહીશું.

પૃથ્વીના પેટામાં-ભૂકવચની નીચે રહેલા ધગધગતા રસમાં કોઇ પણ કારણસર ક્ષોભ થવાને લીધે એ રસ ઉભરાવાથી તેના નિસ્સારક બળે કરીને ધરતીકંપ થાય છે. આ રસ જોર કરીને ભૂકવચનાં પથરાયલાં પડોને ખસેડી નાંખીને બહાર આવી ભૂપૃષ્ટપર પથરાય છે. આમ બનતાં આપણે **જ્વાળામુખી** ફાટયો એમ કહીએ છીયે.

ઘણી વખત આમ બહાર પૃષ્ટપર ન આવતાં આ રસ ભૂકવચમાં પડેલા ચીરાઓમાં, ફાટોમાં, અગર બંધાયલાં પડોને ખસેડી નાંખીને તેમની વચમાં થએલી જગામાં પણ પથરાય છે. તેમ જ કોઇ કોઈ વખત પોતાના નિસ્સારક બળવડે ગોઠવાયલાં પડોને ચીરી નાંખીને તેમાં પ્રવેશ કરે છે.

આમ જે રોકો આન્તર બળ વડે ભૂપૃષ્ટ ઉપર આવે છે તેમને 'બહાર નિકળી આવેલા' અને જે રોક ભૂપૃષ્ટ પર ન આવતાં ભૂકવચની અંદર જ પેશી ગયા હોય છે તેમને 'આન્તર પ્રવીષ્ટ' આગ્નેય રોક કહે છે.

જ્યાં સુધી જવાળામુખી જિવતો હોય છે ત્યાં સુધી એની અંદરથી લાવા, રાખ વગેરે નિકળ્યાં કરે છે. આ નિકળેલા પદાર્થો જવાળામુખીના મુખ પાસે અને આજુબાજુ એકઠા થાય છે. પરન્તુ જ્યારે જ્વાળામુખીનું જોર નરમ પડે છે, ત્યારે નવી રાખોડી, પથરા, લાવા વગેરે નિકળતું બંધ પડે છે. આમ નિકળીને એકઠા થએલા પદાર્થો કાળે કરીને રફતે રફતે ઘસાઇ જાય છે, ખવાઇ જાય છે અથવા ધોવાઇ જાય છે; અને જુના લાવાથી ભરેલાં વળાં, ચીરા, પડ વગેરે દૃષ્ટિગોચર થાય છે. વળી વખતે એમ પણ બને છે કે જ્વાળામુખીમાંથી નિકળેલા ઝીણા કડકા, રાખોડી વગેરે ઉડીને સમુદ્રમાં પડે. સમુદ્રમાં પડયા પછી એ બધું જળમળ રુપે તેમાં પથરાઇ તેનાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડ બંધાય. જે વખતે સમુદ્રમાં ઉડીને પડેલો મળ પડ રુપે પથરાતો હોય તે જ વખતે કવચિત જ્વાળામુખી પાસે જમા થયલા ટેકરાઓના નિચલા ભાગમાં નવા આગ્નેય રોકે આન્તર પ્રવેશ કર્યો યે હોય. જે જે પદાર્થો બહાર જમા થયલા જથ્થામાં હોય, તે તે પદાર્થો પેલા દરીઆમાં પડી બનેલાં જળમળ પડમાં પણ હોય એ ખૂલ્લું છે. તફાવત માત્ર એટલો જ કે દરીઆમાં પડેલા પદાર્થો પડબંધ રુપ થયા હોય. આ પ્રમાણે જ્વાળામુખીમાંથી પદાર્થો નિકળ્યા હોય તે સમયે એ જ પદાર્થ વડે ઉદ્ભવેલાં આ પડબંધ રુપ પડોને "સમકાલિન પડો" કહે છે.

"સમકાલિન" પડો અને 'આન્તર પ્રવીષ્ટ' આગ્નેય રોકો ખનિજ બનાવટમાં સરખા છતાં જુદા પરખાઇ આવે છે.

સજીવ–ચાલુ જ્વાળામુખીવાળા પ્રદેશની પેઠે સમકાલિન પડોમાં પણ લાવા, આગ્નેયરોકના કકડા, બ્રેશિયા અને ટફ મળી આવે છે. આમ અંગભૂત પદાર્થો એક સરખા હોવા છતાં, સમકાલિન પડો એમના અંગભૂત પદાર્થો, એમની આન્તરરચના અને પોતને લીધે નોંખાં પરખાઇ આવે છે. એમની અંદર આવેલા જુદા જુદા પદાર્થોના ઘણા મોટા અને ધારદાર કકડા (Agglomerate) તેમ જ નાના ધારદાર ભાગેલા કકડા (Breccias), જ્વાળામુખીની રાખોડી અને ઘણી જ ઝીણી રાખોડી અને લાવાના ઝીણા ઝીણા બંધાઇ ગયલા કણો (Lapilli) ઉપરથી સમકાલિન પડો આન્તરપ્રવેશ કરેલા આગ્નેય રોકથી નોખાં પડે છે. આ બધા પદાર્થો જ્વાળામુખીમાંથી નીકળી પાણીમાં પડીને જળમયરોક તરીકે બંધાયાથી આ રોકો પોતે આગ્નેય હોવા છતાં જળમળરોક જેવા પડબંધ હોય છે. આ કારણથી એમને **પાયરોક્લેસિક પડબંધ** રોક એવું નામ અપાયું છે. આવા રોકોમાં જે જાતના પદાર્થો વધારે હોય તે પદાર્થના નામ ઉપરથી પણ તેમનાં નામ પડાય છે. જેમકે જેમાં વિશેષે કરીને બેસોલ્ટ હોય તે બેસોલ્ટટફ, જેમાં એંડિસાઇટ હોય તે એંડિસાઇટ, રાયોલાઇટ ટફ વગેરે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બીજા પ્રકારના એટલે આન્તરપ્રવીષ્ટ આગ્નેય રોકનાં તેમનાં કદ અને જ્યાં પ્રવેશ કર્યો હોય તે સ્થળ પરત્વે વિભાગ કરીને નામ પાડવામાં આવે છે. આવા રોક જ્વાળામુખીના કંઠમાં, ઝીણી ફાટોમાં, મોટા ચીરાઓમાં, ક્ષિતિજ સમસૂત્ર બંધાયલા પડોની વચ્ચે, અગર કોઈ બે ક્ષિતિજ સમસૂત્ર પડોની વચ્ચે થએલા પોલાણમાં પ્રવેશ કરીને ત્યાં જ ઠરી જાય છે. ઉકળતા ધાતુના રસને ઢાળામાં નાંખ્યો હોય તો ટહાડો પડતાં એ ઢાળાના સ્વરુપનો થાય છે, એ તો જાણીતી વાત છે. એ જ પ્રમાણે ભૂગોળની અંદરથી ભૂકવચમાં પ્રવેશ કરનાર ધગધગતો રસ પણ જ્યાં ત્યાં પેશી જઇને ટહાડો પડ્યો હોય તે તે જગાના જેવો આકાર ધારણ કરે છે. જ્વાળામુખી ફાટતાં જે નળી જેવે રસ્તે એનો રસ વગેરે બહાર પડે છે તે નળીને જ્વાળામુખીનો 'કંઠ' કહી ગયા છીએ. જ્યારે જ્વાળામુખીનું જોર નરમ પડે છે અને રસ બહાર નિકળી શકતો નથી, ત્યારે આ કંઠ લાવા, બીજા કકડા અને રાખોડીથી ભરાઇને પુરાઇ જાય છે. રસ સાંકડી સાંકડી તડોમાં પ્રવેશ કરીને ત્યાં ઠરી જાય છે, ત્યારે એને નાની **શેર**, અગર તડ મોટી હોય તો મોટું વળું કહે છે. અંગ્રેજીમાં એને **"વેઇન" (નસ)** કહે છે. આવી શેરો, નસો કિંવા વળાં છેક ઝીણાંથી માંડીને ઘણાં મોટાં હોય છે. કેટલીક નસો એક ઇંચથી યે ઓછી પહોળાઈની હોય છે, ત્યારે કેટલી દોઢસો કે એથી યે વધારે ફીટની પહોળાઇની હોય છે. કેટલીક વખત ધગધગતો રસ ઉભી **દિવાલ** રુપે ઠરી જાય છે. જે પડોને એણે ચીરી નાંખીને તેમાં પ્રવેશ કર્યો હોય એના ઉપર લંબરુપે મોટી-વખતે ઘણા જ મોટા વિસ્તારની, ભીંત હોય નહિ એવો દેખાવ બની રહે છે. આમ ટહાડી પડેલી ભીંતને ઇંગ્રેજીમાં ડાઇક કહે છે. કેટલીક વખત આ રસ બે સમાન્તર પડોની સાંધમાં પ્રવેશ કરીને ત્યાં સપાટ પડ રુપે ઠરી ગયો હોય છે. આમ ક્ષિતિજ સમસૂત્ર પડની પેઠે ઠરી ગએલા રસને **શીટસ-પત્રાંરુપી** કહે છે. વળી કેટલીક વખત આ રોક અદ્ભૂત મોટા ગોળા રુપે ઠરી જાય છે. આવા ગઠ્ઠાને ઇંગ્રેજીમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

"ઓસ" કહે છે. એનો વિસ્તાર વખતે મૈલોને મૈલો જેટલો હોય છે. ચન્દ્રની આજુબાજુ કોઇ વખત ચોમાસામાં કુંડાળુ જણાય છે એ તો ઘણાએ દીઠું હશે. આપણે એને જળકુંડુ કહીએ છિએ. તે જ પ્રમાણે ધગધગતા રસના આ સમુદાયની ચોતરફ મૈલોના મૈલો સુધી આવેલા અને એ ઓસની ગરમી વડે પીગળીને રુપાન્તર થએલા બીજી જાતના રોકોનું કુંડાળુ બની રહ્યું હોય છે. લાવાના આ વિસ્તીર્ણ જથા–ઓસનો આકાર ગોળ, અંડાકાર અગર અનિયમિત ગોળ હોય છે. એમાંથી એણે ચીરેલા ચોતરફના રોકોમાં પડેલી ફાટોમાં ધગધગતો રસ પ્રવેશ કરીને ઠરી જાય છે. આવા ચીરામાં ઠરેલો રસ બહુધા ગ્રાનીટ, સયેનાઇટ, કવોર્ટ્ઝપોરફીરી, ડાયોરોઇટ, ડાયાબેઝ અને બેસોલ્ટ, આવી આવી જાતના રોકોના ઓછાવત્તા રફટિક રુપે મળી આવે છે. આગ્નેય રોકનાં વળાંની પહોળાઇ એકધારી હોતી નથી. કેટલાંક માત્ર થોડા હાથ પહોળાં ત્યારે કેટલાંક મૈલોના મૈલો વિસ્તારવાળાં હોય છે.

આગ્નેય રોકના ગઠ્ઠા—ઓસ જાતે બહુ જ સખ્ત હોવાથી એમની આજુબાજુના બીજારોકો જ્યારે કાળે કરીને ઘસાઇને, ખવાઇને, ખરી જઇને કિંવા ધોવાઇને નાબુદ થાય છે, ત્યારે એ પોતે પર્વતની ધારોને રૂપે, ડુંગરાનાં શિખરો રૂપે અથવા આજુબાજુના સપાટ પ્રદેશમાં એકલવાયા ડુંગર રૂપે મોજુદ રહે છે. બી. બી.સી. આઈ રેલ્વેમાં મુસાફરી કરતાં મહી નદીનો પૂલ ઉતરીને જતાં દૂર વાદળ જેવો જણાતો પાવાગઢ જેણે જોયો હશે, તેને અમારા કથનનો સહજ ખ્યાલ આવશે. આજુ બાજુના નરમ રોકો જવાથી બનેલા સપાટ મેદાનમાં આ ડુંગર એક શિંગડું ફુટી નિકળ્યું ન હોય એમ અડગ ઉભો છે. આજુ બાજુના સપાટ પ્રદેશના નિરીક્ષણથી નરમ રોકો કેમ અને કેટલા ખવાઇ જાય તેનો ખ્યાલ આવે છે. એ ડુંગર અને ચોતરફ આવેલો સપાટ પ્રદેશ જોતાં જ અમારા કહેવાની પ્રતીતિ થશે કે જે રોકમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રવેશ કરીને આ ખોસ–પાવાગઢ ટહાડો પડયો હશે તે આજુ બાજુના સઘળા રોકો ધસાઈ જવાથી આ ડુંગરનું આવું રૂપ થયું છે.

વળી ખુદ આવા ગઠ્ઠા–ખોસના અંગની અંદર પણ ફાટોની જાળી જાળી જેવું બની તેમાં બીજો નવો ધગધગતો રસ ભરાઇ બેઠો હોય છે. આમ જાળી જેવી ફાટોને લીધે મૂળ ખોસનો કેટલોક ભાગ છૂટો પડીને ઉપર ધશી આવતાં નવા આગ્નેય રસના બળે કરીને ઉચકાઇ તેની સાથે સાથે ઉંચે આવે છે. કેટલીક વખત આ નવો પ્રવેશ કરતો ધગધગતો રસ આ ખોસના કેટલાક ભાગને પુનઃ પીગળાવી યે નાંખે છે; અગર આજુ બાજુ જ્યાં જગા હોય ત્યાં ધકેલી યે કાઢે છે. જુના ખોસમાં ફાટો અને ચીરાઓ પડે છે અને તેમાં નવો રસ પ્રવેશ કરી ટહાડો પડે છે. જો આ રસ ઉંચો આવતાં આવતાં છેક ઉપર આવીને ભૂપૃષ્ટ પર આવી ગયો, તો તો જવાળામુખી બને છે; તેમ થતાં પડો આધાં પાછાં ખસી જાય છે, અને ચીરાઇ જાય છે. ધગધગતો રસ અને રાખોડી ભૂપૃષ્ટપર વહે છે એતો કહ્યું છે. પરન્તુ ઘણી વખત આ રસ ઉપર આવી શકતો નથી અને અમે ઉપર વર્ણવી ગયા તેમ પૃષ્ટની નીચે જ ફેલાઈ ત્યાં ઠરી જાય છે. બહુધા આવા ખોસ ગ્રાનીટ જાતના પથ્થરના બનેલા હોય છે. આ મોટા ગઠ્ઠામાંથી આજુ બાજુના રોકોમાં ચીરા, ફાટો પડી તેમાં આગ્નેય રોકે પ્રવેશ કર્યો હોય છે તે ઉપરથી, તેમ જ તેની આજુબાજુ રુપાન્તર થયેલા રોકનું વર્તુળ હોય છે, તે ઉપરથી આ ખોસ શી રીતે અસ્તિત્વમાં આવ્યો હશે એ તરત જણાઈ આવે છે.

વળી ભૂપૃષ્ટપર વહીને ટહાડા પડેલા આગ્નેય રોકની ઉપલી સપાટી છિદ્રાળી હોય છે. તેવી આ ભૂકવચમાં ટહાડા પડેલા આગ્નેયરોકની હોતી નથી. આ તફાવતને લીધે પણ અમુક રોક એ સમકાલિન પડો છે કે આન્તરપ્રવીષ્ટ આગ્નેય રોક છે એ તરત પરખી કઢાય છે.

કેટલીક વખત આ આગ્નેયરોક બીજા રોકોમાં ઉભી–લંબરુપ દિવાલ–ડાઇકરુપે પ્રવેશ કરીને એ રુપે જ ટહાડો પડે છે. આવી દિવાલો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

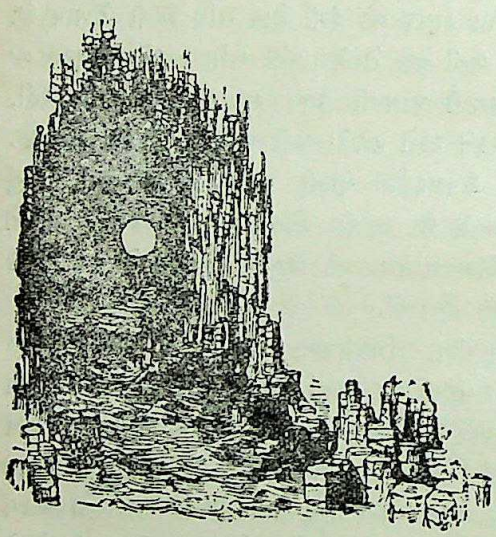
એકાદ ફુટથી માંડીને સીતેર કે તેથી એ વધારે ફીટની જાડાઇવાળી અને મૈલોના મૈલોની લંબાઇ વાળી હોય છે. બહુધા પડોમાં જ્યાં તૂટ પડેલી હોય છે, ત્યાં આગળ આવી ભીંતો બને છે. પરન્તુ કેટલીક વખત તૂટની સાથે એને કશો સંબંધ હોતો યે નથી. આન્તરપ્રવીષ્ટ આગ્નેય રોક અને આગ્નેયરોકના ગઠ્ઠા–બોસની પેઠે, આ દિવાલની બન્ને બાજુ બીજા રોકના સંસર્ગમાં આવવાથી એ બન્ને બાજુના બીજા રોકો પણ રુપાન્તર પામે છે. વળી આ ભીંતોની બાજુઓ પોતાની જોડે આવેલા રોકના સંસર્ગમાં આવી એકદમ ટહાડી પડવાથી સંસર્ગ થયો હોય તેની પાસેના એના પોતાના ટહાડા પડેલા સ્ફટિકો બહુ પાસે પાસે આવી ગયા હોય છે. કેટલી વખત આવી ભીંતની સપાટી ઉપર કાળા કાચનું પાતળું અસ્તર હોય એવું પડ ફરી વળ્યું હોય છે. આમ એ ભીંતો કાળા ડામર વડે રંગી હોય નહિ એવી દેખાય છે. જે કાળે આ ભીંતો બની હશે તે વેળા તો બધો જથ્થો કાચરૂપ જ હશે; પણ એકદમ ટહાડો પડવાથી માત્ર સપાટી જ કાચરુપ રહી, અંદરનો બીજો રસ રફતે રફતે ટહાડો પડી તેના સ્ફટિકો બંધાય છે. આમ હોવા છતાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી જોતાં તેમાં કાચનું અસ્તિત્વ પરખાઈ આવે છે. આવી એકથી વધારે ભીંતો વખતે એક જોડે એક એમ માલમ પડે છે. આવી વખતે તેઓ એક બીજીને કાટખૂણે ઉભી હોય છે.

કંઠઃ–જ્વાળામુખીના નિકળવાના નળ જેવા બની ગએલા ભાગમાં જ્યારે જ્વાળામુખી મંદ પડતાં પડતાં એનું નિસ્સારક બળ ઓછું ઓછું થઈને બંધ થઇ જાય છે, ત્યારે ભૂગોળમાંથી ઉંચે આવતો રસ નિકળતાં નિકળતાં અધવચ ટહાડો પડી ને ઠરી જાય છે. એ ઠરેલા રસનો આકાર જ્વાળામુખીના નળના આકારનો ગોળ અગર લંબગોળ હોય છે. એની પહોળાઈ પણ એકધારી હોતી નથી. કેટલાક કંઠ થોડા વારના વ્યાસવાળા ત્યારે બીજા કેટલાક મૈલના અગર એથી યે વધારે વ્યાસવાળા હોય છે. કંઠમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કવોર્ટઝપોરેફરી, બેસોલ્ટ, અને ડાયોરાઈટ રુપે લાવા જ ઠરેલો હોય છે. જે પ્રદેશમાં કંઠ મળી આવે છે એ પ્રદેશમાં વખતે લાવા અને જ્વાળામુખીના કચરાનાં પડોની વચ્ચે વચ્ચે બીજા રોકનાં પડો મળી આવે છે. આગ્નેયરોક જુદા જુદા રુપે મળે છે. બેસોલ્ટ જાતિના આગ્નેયરોકની ઉભી દિવાલો પણ બની ગઇ હોય છે. પણ બહુધા બેસોલ્ટ જાતિનો આગ્નેયરોક છ બાજુવાળા ઉભા સ્તંભો રુપે મળે છે. એ સ્તંભો જુદા જુદા નાનાં મોટાં પેરિયાં હોય એવા, પણ નીચેના પેરિયામાં કોડીયા જેવી ખોભણ અને ઉપરનું પેરિયું તેમાં બેસાર્યું હોય નહિ એવે રુપે મળે છે. બેસોલ્ટના સ્તંભોની જાડાઈ પણ એકધારી નહોતાં ઓછી વત્તી હોય છે. લાક્ષણિક આકારના આ બેસોલ્ટના સ્તંભો ૨૪મી આકૃતિમાં બતાવ્યા છે.



આ.૨૪ એંટ્રિમનો જાયન્ટ્સ કોઝવે–બંધ, બેસોલ્ટના સ્તંભો.

સ્કોટલંડની પશ્ચિમે આવેલા સ્ટાફા નામના નાના ટાપુમાં બેસોલ્ટના સ્તંભો સંપૂર્ણ રુપે ઠર્યા હોય એમ જણાય છે. આયરલેંડની ઉત્તરે (Giants' Cause way) રાક્ષસે બાંધેલો બંધ નામની જગામાં બેસોલ્ટના સ્તંભો સંપૂર્ણ લાક્ષણિક આકારમાં નજરે પડે છે. જળમળરોકની પેઠે જ આગ્નેયરોકમાં પણ આડી ફાટો અગર સાંધા હોય છે. જ્યાં સરખા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પોતનો અને સમાન્તર સપાટીવાળો ઘણી જાડાઇનો આગ્નેયરોક પથરાયલો હોય છે, ત્યાં તેનો દેખાવ સુન્દર બની રહે છે. એ સુન્દરતા એના નિયમિત સાંધાને લઇને દૃષ્ટિગોચર થાય છે. બેસોલ્ટ જાતિના આગ્નેયરોકમાં આવી સુન્દરતા વિશેષે નજરે પડે છે.

સ્કોટલંડની પશ્ચિમે આવેલા સ્ટાફા નામના નાના ટાપુમાં અને આયરલંડની ઉત્તરે એન્ટ્રીમમાં આવી લાક્ષણિક રચનાની સુન્દરતા અજાયબ છે. ઉપર કહેલો આગ્નેય રોકનો જથ્થો ટહાડો પડતાં સંકોચાય છે અને કદમાં ઘટાડો થાય છે. પણ આ કદમાં થતી ઘટનો બદલો તેમાં પડતી ષટ્કોણ ફાટો વાળી દે છે. આ ફાટો એ આગ્નેયરોકની ટહાડી પડતી સપાટીને કાટખૂણે હોય છે. અને તે છેક અંદર એ જથ્થાના મધ્ય સુધી ગએલી હોય છે. આવી ફાટોને લીધે એ બધા આગ્નેય રોકના જથ્થાના નાના, મોટા અને બહુ જ નિયમિત ષટ્કોણ રુપે ભાગ પડે છે. પરિણામે ષટ્કોણ સ્તંભો રુપે બની રહે છે. આયરલંડની ઉત્તરે એંટ્રિમમાં જાયંટસ્ કોઝવે (રાક્ષસનો બંધ) માં આવા સ્તંભોના ઉપરના છેડા ખુલ્લા થવાથી ત્યાં જમીન ઉપર ષટ્કોણ ચિત્રોવાળી શેત્રંજી પાથરી ન હોય એવી રચના દૃષ્ટિગોચર થાય છે. સ્ટાફામાં બેસાલ્ટના ઉપરના છેડાઓ ઉપર બીજા સ્તંભાકૃત્તિ નહિ એવા રોકનાં પડ આવ્યાં છે. એ પડો દરીઆના મોજાંથી ધોવાઇ જઇને સ્તંભાકાર રચના ખૂલ્લી થઇ છે, ત્યાં આવા સ્તંભવાળી ફિંગલની ગુફા નામની જગાના દેખાવમાં આજુબાજુ આવા ઉભા ષટ્કોણ સ્તંભો અને ધોવાયેલી જગાએ ભોંય તળીઆના સ્તંભોના ઉપલા છેડા ખુલ્લા થવાથી ત્યાં ષટ્કોણ સ્તંભોનો દરવાજો હોય નહિ એવો મનોહર દેખાવ બની રહ્યો છે. જુઓ **આ૦ ૨૪.**

કેટલાક બેસોલ્ટ કાળા કાચ રુપે હોય છે, તો વળી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કેટલાકમાં મોટા સ્ફટિકો પણ હોય છે. આવા બેસાલ્ટમાં તેના અર્ધભૂત ખનિજોના સ્ફટિકો નરી આંખે સ્પષ્ટ જણાઇ આવે છે.

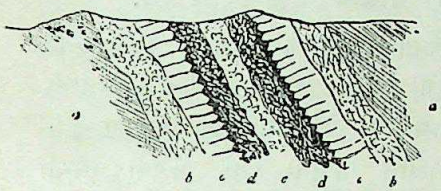
ધાતુઓનાં વળાં--એ આન્તરપ્રવીષ્ટ આગ્નેયરોનું બહુ જ અગત્યનું રુપ છે. ઝીણી ઝીણી ફાટોમાં પ્રવેશ કરેલા આગ્નેયરોકમાં ઘણી જાતિના ખનિજો અને કાચી ધાતુઓએ પ્રવેશ કરેલો દીકામાં આવે છે. આ બધું ફાટોમાં પ્રવેશ કરીને ત્યાં ઠરી ગએલું હોય છે. જે ફાટોમાં આવા ખનિજ અને કાચી ધાતુઓ ઘનીભૂત બન્યાં હોય તેને ધાતુઓનાં વળાં કહે છે. બીજાં વળાં કરતાં આ ધાતુઓનાં વળાં નોખાં પડે છે; કેમકે એમાં એક અગર વધારે કાચી ધાતુઓ મળી આવે છે. બહુધા આવાં વળાં ઉભાં, લંબરુપે છતાં સ્હેજસાજ ત્રાસાં થએલાં હોય છે. તેમની જાડાઇ એકાદ ઇંચથી માંડીને દોઢસો બસોં ફીટની હોય છે. સાધારણ રીતે આવાં વળાંમાં કવોર્ટઝ, ફેલ્સાઇટ, બેરિટા અને ફલ્યુઓરસ્પાર જાતિના ખનિજો ભર્યા હોય છે. તેમાં મળતી ધાતુઓ કેટલી વખત કાચી અને કેટલી વખત નરી હોય છે. મળતી શુદ્ધ એટલે નરી ધાતુઓમાં સોનું અને તાંબુ છે. પણ ઘણું ખરું તો એમાં કાચી ધાતુઓ એટલે ધાતુઓના ઓકિસજન જોડે મળીને બનેલા ઓકસાઇડો, કાર્બોનિક એસિડ જોડે મળીને બનેલા કાર્બોનેટો, ગંધકની જોડે મળીને બનેલા સલ્ફાઇડો અને કલોરિન જોડે મળીને બનેલા કલોરાઇડોના રૂપે જડે છે. બીજા પદાર્થો સાથે રસાયનિક સંયોગથી થએલી કાચી ધાતુઓ પણ મળે છે.

મળી આવતા આ પદાર્થો વળાની માંહ્યલી બાજુએ ચોતરફ ઠરી ગયા હોય છે. આ પદાર્થો વળાની માંહ્યલી બન્ને બાજુએ સમાન્તર પડ તરીકે ગોઠવાયલા મળે છે, અને વચલા ભાગમાં બીજા ખનિજો ભરેલા હોય છે. આકૃત્તિ ૨૫. માં બન્ને બાજુએ વળાની ભીંત આવેલી છે. એ ભીંતથી માંહ્યલી તરફની બન્ને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બાજુઓ બહારની તરફથી a a સ્લેટનાં પડો વડે આચ્છાદિત હોઇ તેની પછી બન્ને બાજુએ માંહીથી b b ચેલ્સિડોની કવોર્ટઝ ઠરી ગયો છે. ત્યાર પછી માંઘલી બાજુઓએ cc સ્ફટિક થએલો કવોર્ટઝ, ત્યાર પછી d d ગેલિના ઠરી ગયો છે.



આ. ૨૫ ધાતુનું વળું.

અને તેના પછી સૌથી વચમાં (e) વળું આવેલું છે. આ વળું કોઇ વખત ખાલી અને કોઇ વખત ઉપર કહી ગયા તેવા ખનિજોથી ભરેલું હોય છે. કોઇ કોઈ વખત તેમાં કાચી ધાતુ પણ ભરેલી મળી આવે છે. આવાં વળાંની બન્ને બાજુઓ કોઇ વખત તો બહુ પાસે પાસે હોઈ સાંકડી હોય છે. કોઈ કોઈ વખત તેમાં બીજા ખનિજો ભરાઇ જાય એવી વિસ્તૃત પણ હોય છે. કેટલીક વખત તો નરી ધાતુના મોટા ગઠ્ઠાને ગઠ્ઠા તેમાં ભરાઈ ગએલા હોય છે. આવા બહુ મોટા ધાતુના ગઠ્ઠાની નીચે જોવા જતાં કવચિત ત્યાં ધાતુનો જમાવ ન હોતાં વળુ નીચેથી ઝીણા દોરા જેવું થઇ ગયેલું જણાય છે.

લંડનના કેન્સિંગ્ટનના સંગ્રહસ્થાનમાં આફ્રિકાની સોનાની ખાણોમાથી મળી આવેલા ગઠ્ઠાના નમુના જોવા લાયક છે. એ નમુના મૂળ મળેલા ગઠ્ઠાના જેવડા અને દેખાવમાં પણ એવા જ બનાવેલા છે. નમૂના બનાવીને તેને સોનાનાં વરખ ચોંટાડી દીધાં હોવાથી જાણે નર્યું સોનું જ હોય એવા જણાય છે ! કેટલાક નમૂના તો મોટાં ગચ્છીઆં હોય છે. દરેક નમુનાની પાસે એ ગચ્છીઉં કયાંની ખાણમાંથી, અને કયારે મળ્યું હતું તે, તેમ જ તેનું વજન લખ્યું છે. મોટામાં મોટું ગચ્છીઉં તો કેટલાયે મણનું છે !

વળાની બન્ને બાજુએ એક જ પદાર્થના સમાન્તર જથા માલમ પડે છે, તે ઉપરથી જણાય છે કે આ ઠરી ગએલી ધાતુ વગેરે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વળાની માંહ્યલી બાજુની ભિતોમાંથી જ આવ્યું હશે. ભિત તરફથી આવી વળાના મધ્ય તરફ જઇ માંહ્યલી બાજુએ ઠરે છે.

એ વાત તો હવે નિર્વિવાદિત છે, કે વળાંની અંદર ઉપર વર્ણવેલા ઠરી ગએલા પદાર્થો મૂળે પાણીની જોડે પિગળીને ત્યાં આવ્યા હશે. ઘણું ગરમ થએલું પાણી વળામાં પેઠું હશે, એણે આજુબાજુની ભિતોમાંથી આ પદાર્થોને પિગળાવીને પોતાની જોડે મેળવી લીધા હશે, અથવા તો પૃવ્વીના પેટામાંથી ત્યાં આવેલા ગરમ પાણીમાં નીચેથી જ આ પદાર્થો તેમાં પિગળેલા આવ્યા હશે. વળાંઓમાં કેટલીક વખત ઉંડાણમાં જમીનપર હોય છે રાખના અગર બીજા રોકના કડકા વગેરે મળી આવે છે. એવાં વળાનું મોં કોઈ કાળે જ્યારે એ પદાર્થો એમાં દાખલ થયા હશે ત્યારે ભૂપૃષ્ટ પર ખૂલ્લું હશે.

(૧૬)

'બદલાઈ ગએલા' અને 'રુપાન્તર થએલા' રોક.

જળમળ તેમ જ આગ્નેય રોકોમાં તેમના એકવાર બંધાયા પછી પણ કાંઈ કાંઈ ઓછાવત્તા ફેરફાર થયાં જ જાય છે.

જળમળરોકમાં રેતીના પથ્થરની વાત કરીએ. રેતીના પથ્થર બંધાયા પછી ઉપરનાં પડો વગેરેમાંથી તેમાં પાણીનો પ્રવેશ થાય છે. એમ થતાં તે પાણીમાં પિગળેલા સાંધનારા પદાર્થોની અસરને લીધે તેઓ ક્ષિતિજ સમસૂત્ર ભગરી રેતી રૂપે બંધાયા હોય છે તે રુપમાંથી, વધારે ઘન રુપ ધારણ કરે છે. સાંધનારા પદાર્થો સંબંધે કહી ગયા છીએ. વળી એમ પણ બને છે, કે જે સાંધનાર પદાર્થ વડે તેઓ વધારે ઘનીભૂત થયાં હોય એ પદાર્થ પોતે જ પાણીમાં પાછો પિગળી જાય છે, અને એમ થતાં પરિણામે ઘનીભૂતપણું ઘણું કમતી થઇ જાય છે. વખતે એમ પણ બને છે કે એક પ્રકારના સાંધનારા પદાર્થવડે વધારે ઘનીભૂત થએલા રોકોમાં એ પદાર્થ પિગળીને જતો રહેતાં, બીજા જ પ્રકારના સાંધનારા પદાર્થ પ્રવેશ કરે છે. અને પેલા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગયેલા પદાર્થની જગા લે છે. આમ થતાં રોકોના અંગભૂત પદાર્થોમાં ફેરફાર થવાથી તેમની જાતિ અને પ્રકાર જ બદલાઇ જાય છે. સિલિકા જોડે લાઇમકાર્બોનેટ આવવાથી એ સિલિકેટ સિલિકેટનું રુપ તજીને કાર્બોનેટ બની જાય છે; અગર પિગળીને જતા રહેલા પદાથની જગા લોઢાના ઓકસાઇડે લીધી હોય તો ઓકસાઇડ બની જાય છે.

એ જ પ્રમાણે આગ્નેય રોકોમાં પણ બને છે. લાવાની અંદર પણ ઉપલાં પડોમાંથી ઝરપી ઝરપીને પાણી પ્રવેશ કરે છે: આવું બને છે, ત્યારે એ પાણીમાં પિગળેલા પદાર્થ ત્યાં ઠરી જઇ તેના ગાંગડા બંધાય છે; અથવા તો તેઓ લાવાના અંગભૂત પદાર્થોમાંના કોઇને પિગળાવીને તેની જગાએ દાખલ થઈ જઇ, તેના રસાયનિક બંધારણમાં જ ફેરફાર કરી દે છે. કોક વખત આ રીતે બનવાથી રોકનું મૂળ રસાયનિક બંધારણ જ ફરી જાય છે.

વળી જ્યારે આગ્નેય રોકનો મોટો જથ્થો ભૂકવચની તડો, ચીરા, ફાટો અને તૂટ થએલાં પડો આગળ પ્રવેશ કરીને ભિત (Dyke) અગર ગઠ્ઠા (Boss) રુપે ત્યાં ઠરી જાય છે, ત્યારે એ રસ ઘણો જ ગરમ અને ધગધગતો હોવાથી એના સંસર્ગમાં આવતા રોકો શેકાઇને પાકા બની જાય છે. જેમ ભટ્ટીમાં ખડકેલી કાચી ઇંટો ગરમીને લીધે પાકીને પાકી ઇંટ અથવા તો કાતરડાનું રુપ ધારણ કરે છે, તેમ આ આગ્નેય રોકના સંસર્ગમાં આવેલા બીજા રોકોમાં પણ ઓછોવત્તો ફેરફાર થાય છે. કેટલીક વખત આ ગરમીને લીધે આજુબાજુના રોક પાકટ થઇને સખ્ત થાય છે, એટલું જ નહિ, પણ કોઇ કોઈ વખત તેમાં સ્ફટિકો ધરાધારી બંધાય છે. આમ બને છે ત્યારે રોકનું અસલ પોત ઓછુંવત્તું બદલાઇ તે જુદું જ રુપ ધારણ કરે છે. મુલાયમ માટીનું પડ હોય તો તે બદલાઇને ચકમક વાળા લિડિયન પથ્થર રુપ બની જાય છે. રેતીના પથ્થરનું પડ હોય તો તે બદલાઇને અર્ધસ્ફટિક રુપવાળા આરસનું રુપ ધારણ કરે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

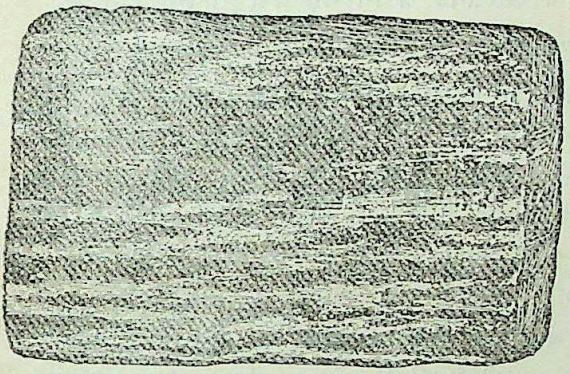
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રુમાલની ઘડીઓ વાળીને ઉપરાચાપરી ગોઠવી પછી તેને બાજુઓ–છેડાઓ તરફથી દબાણ કરીએ તો તેનું ક્ષિતિજ સમસૂત્રપણું જઇને તેમાં કરચલી પડે છે. તેનો કોઈ ભાગ એક તરફ ઉંચો આવી જાય છે અને કોઈ કોઇ ઠેકાણે ખાડા પડે છે. પાણી વડે આન્તરપ્રવેશ કરનાર રોકોમાં ફેરફાર થાય છે એ જાણ્યું. તે જ પ્રમાણે પૃથ્વીની અંદરનાં પડોની ગતિથી થતું પાસા તરફનું દબાણ પણ બંધાયલા બન્ને પ્રકારના–જળમય તેમ આગ્નેય રોકમાં, ઘણો ફેરફાર કરે છે. પૃથ્વી પરના ટેકરા, ડુંગરા અને પર્વતમાળાઓ આવા પ્રકારનાં દબાણને લીધે જ બને છે. આજુબાજુનાં પડોપર થતા દબાણને પરિણામે ભૂકવચનો અમુક ભાગ કરચલીવાળો બની ઉપસી આવે છે. આપણા દેશમાં વિંધ્યાચળ અને હિમાલય વગેરે પર્વતો આવી જ રીતના પાસા તરફના દબાણને લીધે જ ઉપસી આવીને અસ્તિત્વમાં આવેલા છે. આમ ઉપસી આવતાં આજુબાજુના પ્રદેશોની ઉંચાઇમાં પણ ફેર પડે છે. સેંકડો મૈલોના મૈલો સુધી જમીનની સપાટીમાં ફેરફાર થવાથી વહનોની ગતિ અને દિશાઓ પણ બદલાઇ જાય છે. કેટલી નદીઓનો વેગ ધીમો અને કેટલીકનો ત્વરિત હોય છે એ તો બધા જાણે છે. એ વેગનો આધાર એના પાત્રના ઢોળાવ પર જ છે. જમીનની સપાટીના ફેરફારને અંગે નદીઓના પાત્રના ઢોળાવમાં પણ ફેરફાર થઇ જાય છે. આ અંદરના સમર્થ દબાણના બળે કરીને પડોના મૂળ પોતમાં ફેરફાર થઇ જાય છે. નરમ અને સખ્ત માટીનાં પડો–જેઓ શેલના રુપમાં હોય છે તે–આ દબાણને લીધે ઘટ્ટ સ્લેટનુ રુપ ધારણ કરે છે. એટલું જ નહિ, પણ એ પડો ઠરીને મૂળે બંધાયાં હોય તે પડબંધ વ્યવસ્થા ફરી જઇને તેમની અંદરના ખનિજોના સ્ફટીકોની ગોઠવણ પણ ફરી જઇને નવેસરથી કોઇ નવી તરેહની પડબંધ રચના ઉદ્ભવે છે. એમ બનતાં તેમની મૂળ રચનાનું અને સીમાનું નામ નિશાને રહ્યું જણાતું નથી. વળી જ્યાં આ દબાણ ઘણું બળવાન હોય છે ત્યાં તો મોટા મોટા આગ્નેય રોકના જથ્થા પણ એને લીધે જાણે પડબંધ રોક હોય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નહિ એવા બની જાય છે. એવા રોકો, એઓ પાતળી પાતળી પતરીઓના બન્યા હોય નહિ એવી રચનાવાળા થઈ જાય છે. પડોનાં પોતને અંગે કહેતાં અમે કાતળીદાર અગર પત્રાંવાળા પોતને માટે કહી ગયા છીએ. જુદી જુદી જાતના રોકની નોંખી નોંખી પાતળી, વચ્ચેથી ઉપસેલી અને બધી બાજુઓ તરફ ક્રમે ક્રમે પાતળી થતી પતરીઓવાળી રચના બની રહે છે. એ રોકને ઉખાડતાં જુદા જુદા રોકની પતરીઓ ઉખડી આવે છે. આવી રચનાને "**શીસ્ટ્ઝ**" એવું નામ આપ્યું છે.



આ. ૨૬ શીસ્ટ્ઝ રચના.

આવા ફેરફાર થએલા બધા રોક બદલાઇને કાંઇ એક જ સરખા બનતા નથી. કેટલાકમાં ફેરફાર અલ્પ થએલો હોવાથી તેમનું મૂળ સ્વરુપ ઓછું વત્તું કાયમ રહ્યુ હોય છે. આમ જે રોકમાં મુળ સ્વરુપ ઓછું વત્તું કાયમ રહ્યું હોય છે, તેવા રોકને **બદલાયલા** (Altered) રોકો કહે છે. પરંતુ જે રોકમાં ઘણો જ ફેરફાર થઇ, જો તેમનું મૂળ સ્વરુપ સમજાય નહિ એમ બન્યું હોય છે તો, તેવા રોકોને **રુપાન્તર થયેલા** રોક (Metamorphic) નામ અપાય છે. લાક્ષણિક રુપાન્તર થયલા રોક કેવા હોય છે તે હવે સમજ્યા હશો. ભાષાની યથાર્થતા પર વિશેષ લક્ષ આપીએ તો તો બન્ને તરેહના રોકને રુપાન્તર થએલા રોક કહીએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જળઉપાધિ, આગ્નેય ઉપાધિ અને ભૂકવચની અંદરની ગતિના દબાણ વડે રોકો આ પ્રમાણે રુપાન્તરને પામે છે એ જોયું.

સામાન્યતઃ જળઉપાધિવડે રોકની અંદરના રસાયનિક પદાર્થોનું રુપાન્તર થાય છે. પ્રવેશ કરનાર પાણી એ પદાર્થોને પિગળાવી પોતાની જોડે લઇ જાય છે. અગર આ પ્રમાણે ખાલી થએલી જગામાં પોતે બીજેથી પિગાળીને આણેલા રસાયનિક પદાર્થોને પાથરે છે.

આગ્નેય ઉપાધિ વડે રોકોનાં પોત વગેરેનું રુપાન્તર થાય છે. રોક ઘણો જ ગરમ થવાથી એના અંગભૂત પદાર્થોનું પ્રથક્કરણ થઈ, જુદા જુદા પ્રકારના રસાયનિક સંયોગ થઇ નવા ખનિજો બને છે.

અંદરના દબાણને લઇને રોકના બંધારણની વ્યવસ્થાનું રુપાન્તર થાય છે. લાક્ષણિક આગ્નેય રોક તેમના વિસ્તાર અને છિદ્રાળુ પોત-વડે, લાક્ષણિક જળમળ રોક તેમનાં ક્ષિતિજસમસૂત્ર બંધાયલાં પડો વડે અને લાક્ષણિક રુપાન્તર થયલા રોકો જુદા જુદા પદાર્થની પતરીઓવાળી અસમાન્તર ગોઠવણ વડે તરત પરખાઇ આવે છે. આ પતરીઓ કદમાં નાની, મોટી અને આકારમાં ગોળ, લંબગોળ હોઈ, બધી વચ્ચેથી જાડી, ઉપસેલી અને ચોતરફની સીમા તરફ જતાં પાતળી પાતળી થઈ છેવટે પિંછા જેવી થઇ ગઈ હોય છે. સામાન્યતઃ બધી જુદી જુદી જાતની પતરીઓ એક જ દિશા તરફ પથરાયલી હોય છે. એ પતરીઓના અંગભૂત ખનિજો સ્ફટિકરુપે હોય છે. એ બધી પતરીઓના ખનિજના સ્ફટિકમાં તેમની તળે ઉપર આવેલી પતરીઓના જુદી જુદી જાતના ખનિજોના સ્ફટિકો પણ શેળભેળ થએલા સાફ જણાઈ આવે છે.

જે જે ઉપાધિવડે રુપાન્તર થયું હોય તે લક્ષમાં લઇને, તેમ જ કેટલા કેટલા વિસ્તારમાં રુપાન્તર થયું છે તે ધ્યાનમાં રાખીને, આ રુપાન્તર થએલા રોકોને જુદી જુદી વર્ગણી પ્રમાણે નામ અપાય છે. અમારે આ દિગ્દર્શનરુપ નાના ગ્રન્થમાં વિસ્તાર ભયે, એ મનોરંજક પણ ઝીણવટવાળી બાબતો ગાળી નાંખવી પડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રેકોના આમ રુપાન્તર થવાને લઇને ધાતુઓનાં વળાં અસ્તિત્વમાં આવ્યાં હોય છે. આ વિષય બીજે સ્થળે ચરચ્યો હોવાથી અહીં સૂચન માત્ર કરવું યોગ્ય છે.

કાતળીદાર રચનાવાળા રુપાન્તર થએલા થએલા રેકો ઘણી જ અગત્યના છે. સ્ફટિક કવોર્ટ્ઝશીસ્ટ્ઝ લગભગ વેળુપાષાણનાં પડોની પેઠે જ બંધાયલી મળે છે. સ્ફટિકનીસ પડબંધ હોય છે. એનાં પડો (Flag stone) પથ્થરનાં પડોને સાનુરુપ હોય છે; અને મૈકા (અબરખી) શીસ્ટ્ઝ સામાન્ય શેલની પેઠે ઓછાં વત્તાં નિયમિત પતરાં રુપે મળે છે.

ફેરફાર થએલા તેમ જ રુપાન્તર થએલા આ રેકોનાં પોત ઉપર લક્ષ રાખીને તેમનું વર્ગીકરણ કરીએ તો તેમના શીસ્ટ્ઝ અને નીસ એવા બે ભેદ પડે છે.

જે રેકનું પોત ગ્રાનીટ જાતિના પથ્થર જેવું હોય છે તેને **નીસ** કહે છે. નીસ અને ગ્રાનીટમાં અંગભૂત ખનીજો એક જ સરખા હોવા છતાં, તફાવત માત્ર એટલો જ હોય છે કે નીસ પડબંધ હોઈ, તેના જુદા જુદા અંગભૂત ખનિજોની પતરીઓ જુદી જુદી હોય છે. ગ્રાનીટ તો પડબંધ નહોતાં એક જથ્થારુપ હોય છે એ જાણીએ છીએ. નીસના વળી ગ્રાનીટનીસ, ડાયોરાઈટનીસ, સયેનાઈટનીસ એવા એવા વિભાગો પડાય છે. આ વિભાગો તેમાં ભળેલા અંગભૂત ખનિજો પર લક્ષ રાખી પડ્યા છે, એ તો સમજાય એવું જ છે.

જે રેકોને ઉખાડતાં તેમના અંગભૂત જુદા જુદા ખનિજોની જુદી જુદી પતરીઓ રુપે ઉખડે છે તેને **શીસ્ટ્ઝ** કહે છે. તેના પણ મૈકાશીસ્ટ્ઝ, કવોર્ટ્ઝશીસ્ટ્ઝ. હોર્નબ્લેડશીસ્ટ્ઝ, ગાર્નેટશીસ્ટ્ઝ, એવા એવા વિભાગો પડાય છે.

પોત ઉપર લક્ષ રાખીને ટુંકાણમાં પુનરુક્તિ કરીએ તો નીસની રચના પડબંધ અને શીસ્ટ્ઝની જુદાજુદા ખનિજોની વચ્ચેથી જાડી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને ચોતરફ કિનાર તરફ પાતળી પાતળી થતી છુટી છુટી પતરીઓ વાળી હોય છે.

ફેરફાર થએલા રોકોમાં જળમળરોકમાંના કવોર્ટઝાઈટ, લિડિયન પથ્થર, પોસ્લેનટાઇટ, સ્લેટ અને આરસનો અને આગ્નેયરોકમાંના સર્પેન્ટાઇન જાતિના પથ્થરોનો સમાવેશ થાય છે, અને રુપાન્તર રોકોમાં નીસ શીસ્ટ્ઝ મિલોનાઇટ, ગ્રાન્યુલાઇટ, ઓંજીનનીસ, અને મૈકા (અબરખી) શીસ્ટ્ઝનો સમાવેશ થાય છે.

જે દેશમાં પડોદય થઇને રુપાન્તર થએલા રોકો ભૂપૃષ્ટ પર આવ્યા હોય છે તેની સૃષ્ટિરચના કેવી હોય છે તે જોઇએ. જુદા જુદા પ્રદેશમાં ભૂપૃષ્ટપર ખૂલ્લા થએલા આ રાકોનો દેખાવ દેશપરત્વે જુદો જુદો હોય છે. નવી તેમ જ જુની દુનીઆમાં સામાન્યતઃ વિસ્તારવાળી આવી જમીનનો દેખાવ સપાટ મેદાન જેવો હોય છે. જો પર્વતોવાળા પ્રદેશમાં પડોદય થયો હોય તો ત્યાંના પર્વતો એકદમ-ઢાળ વગર-સીધા અને ખડબચડા ટેકરાવાળા હોય છે. ત્યાંની ઉંડી ખીણો વનસ્પતિ વગરની અને જુદી જુદી જાતિના અને જુદી જુદી કઢણાશવાળા પથ્થરમય હોય છે. આ રુપાન્તર રોકો વાતાવરણિક ઉપાધિથી ખવાઇને તની જમીન બને છે, તે જમીન ઘણી ફળદ્રુપ અને સૃષ્ટિસૌંદર્યથી ભરેલી હોય છે. સ્કોટલંડના પહાડી મુલ્કની ભવ્ય અને મનોહર સૃષ્ટિશોભા આ જાતની જમીનને લીધે જ છે.

ફેરફાર થએલા અને આગ્નેયી શીસ્ટ્ઝવાળા રોકો ઘણા જ વ્યવહારુ ઉપયોગમાં આવે છે. આ રોકો કિંમતી ધાતુઓના તો ભંડાર૨ુપ જ છે. તેમાંથી કલાઇ, તાંબુ અને સોનું પણ મળી આવે છે. વળી એમાં જુદા જુદા રંગના અને જુદી જુદી તરેહની અને રંગની છાંટવાળા આરસો નિકળે છે. એની અંદરથી મળતો કવોર્ટઝાઇટ એની ઘણી કઠણાશને લીધે સડકો કરવામાં અને ચીની માટીનાં વાસણો બનાવવામાં પુષ્કળ વપરાય છે. એમાં મળી આવતા પોટસ્ટોન જાતિના પથ્થરમાંથી ઘણીવાર વાસણો વગેરે બનાવાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આંગળી ફેરવી જોતાં સાબુ જેવો સુંવાળો લાગતો સોપસ્ટોન પણ આવા રોકમાંથી જ મળે છે. ઘણો કિંમતી અને અગત્યનો, ભાગ્યા વગર વળી શકે એવો, એમિએંથન્સ–એસબેસ્ટોસ જાતિનો પથ્થર પણ આવા રોકની જ પેદાશ છે. વરાળયંત્રમાંની વરાળ ટહાડી ન પડી જાય તે માટે એસબેસ્ટોસ બોઇલર અને વરાળની નળીઓની આજુબાજુ વિંટાળાય છે. એના તંતુઓ લાંબા હોવાથી એનાં વણીને લુગડાં પણ કરાય છે. દીવાની આગ ઉપર પ્રકાશ વધવા સારુ મુકાતી ટોપીઓ–મેંટલો આના જ બનાવાય છે. એસબેસ્ટોસ તપીને લાલ-ચોળ થઇ જાય છે એટલે અંગારા જેવો દેખાતો હોવાથી વિલાયતમાં ભિંતમાં ગરમી સારુ જડેલી ગ્યેસથી સળગતી સગડીઓમાં કોયલાને બદલે એના સાંકળના જેવા અકોડા કર્યા હોય છે તે ગોઠવાય છે. ગ્યેસ સળગીને ગરમી આપે છે અને એસબેસન્ટોસ તપીને લાલ-ચોળ થઈ કોયલા ન સળગતા હોય એવો દેખાવ થાય છે. કોયલાની રજ બિલ્કુલ હોતી નથી અને વારે વારે કોયલા ઉમેરવા પડે છે તેમ આમાં કરવું પડતું નથી. આથી ગરમી મળે છે, દેખાવ સારો થાય છે અને સુઘડતા જળવાય છે. આ બધું બીજે સ્થળે કહી ગયા છિયે. દુનીઆપર ઘણી અગત્ય અને ઉપયોગની વસ્તુ ગ્રેફાઇટ પણ આ રોકમાં મળી આવે છે. એમાંથી લખવાની પેન્સીલો બનાવાય છે. યન્ત્રોમાં ઘર્ષણ ઓછું કરવા સારુ ચરબીમાં ભેળીને ગ્રેફાઇટનો ભૂકો યન્ત્રોમાં ઉંજાય છે. ધાતુ ગાળવાની કુલડીઓ પણ ગ્રેફાઇટની બનાવાય છે. વળી આ જાતના રોકોમાંથી ઘણાં કિંમતી નંગો મળી આવે છે. લસણીઓ, ગાર્નેટ અને જુદા જુદા પ્રકારના અકીકો, ટૂર્મેલીન અને બેરીલ વગેરે આમાંથી નિકળે છે. આ પદાર્થો રોકોમાંથી અથવા આવા રોકોમાં આવેલાં વળાંઓમાંથી નિકળે છે. સ્લેટની ઉપયોગિતા તો આપણે બધા જાણીએ છીએ. જાડા અને કરકરા કુમાશની સ્લેટો યૂરોપમાં છાપરાંમાં નળીમાં તરીકે છાવામાં આપ લાગે છે, બીજા કુમાશની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સ્લેટોમાંથી લખવાની પાટીઓ, પથ્થર પેનો અને ટેબલો બનાવાય છે. સ્લેટની ભિતમાં જડેલી સઘડીઓનો આગલો ભાગ અને એની અભરાઇઓ પણ બને છે. વળી સ્લેટમાં નકશી ખોદી તેમાં બીજા રંગબેરંગી પત્થરો વગેરે જડીને મિનાકારી જેવું સુંદર જડાવકામ પણ થાય છે, જે ભિતો અને ફરસબંદીમાં વપરાય છે. આ પ્રમાણે આ જાતિના રોકાનો ઉપયોગિતા વિશાળ છે.

---

(૧૭)

ફોસિલ્સ.

"અસ્મીભૂત સેંદ્રિય પદાર્થ"

અમુક સંયોગોમાં પ્રાણી અગર વનસ્પતિ, અથવા તેમના અવશેષો જળમયરોકનાં પડોમાં દટાઈ જઇને પથ્થર રુપ બની જઇને સચવાઈ રહે છે, એ સંબંધે સ્હેજ ઇસારો કરી ગયા છીએ. પ્રાણી અથવા વનસ્પતિનાં અસ્તિત્વનાં આ ચિન્હોને ભૂસ્તર વિદ્યામાં ફોસિલ્સ એવું લાક્ષણિક નામ આપવામાં આવે છે.

લેટીન ભાષાના મૂળ ધાતુ "ફોસસ" ઉપરથી સિદ્ધ થએલા ફોસિલ શબ્દનો અર્થ 'ખોદી કાઢેલું' એવો થાય છે. પૂર્વે આ નામ ભૂકવચમાંથી ખોદી કઢાયલા ખનિજ માત્રને લગાડાતું. પરન્તુ એ અર્થ ફરી જઇ હાલ એ શબ્દ લાક્ષણિક અર્થમાં જ યોજાય છે. ભૂકવચમાંથી મળી આવતા સજીવ–સકરણ એટલે વનસ્પતિ અથવા પ્રાણીના અસ્તિત્વ સૂચક જે જે પદાર્થ મળે છે તેને માટે આ 'ફોસિલ' શબ્દ વપરાય છે. ફોસીલના લાક્ષણિક અર્થવાળો એતદ્દેશીય ભાષાનો શબ્દ ન હોવાથી નવો કરીએ તો તેને 'અસ્મીભૂત સેંદ્રિય પદાર્થ' એમ કહેવાય. આવા જીભના કકડા કરે એવા વાકયને બદલે અમે 'ફોસિલ' શબ્દને જ એતદ્દેશીય બનાવી, એ શબ્દ જ વાપરીશું !

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂકવચમાંથી વનસ્પતિ અગર પ્રાણીઓ જાતે અથવા તો તેમના અવશેષો મળી આવે છે. આવાં ફોસિલો પથ્થર રુપે બંધાઇ ગએલા રોકોમાંથી તેમ જ પથ્થરરુપ ન થએલા એવા, જેમકે છુટી રેતી, રેતીના પથ્થર અથવા ચુનાના પપ્થરોમાંથી પણ મળી આવે છે. કોઇપણ સ્વાભાવિક કારણને લઇને પ્રાણી અગર વનસ્પતિ દટાઈ જાય છે, અને યુગોના યુગ પર્યન્ત એમ દટાયલી હાલતમાં પડી રહે છે. અસ્મીભૂત ખૂદ પ્રાણીઓ, વનસ્પતિ અથવા તેમનાં બીબાં કિંવા ઢાળા, જનાવરોએ પાડેલાં કાણાં અગર દર, તેમ જ સખ્ત રેતીના પથ્થરોમાં દટાઈ પશુ વા પક્ષીઓની પથ્થર બની ગયેલી હધારને પણ ફોસિલ કહે છે. એવાં છાણ અને હધારનાં ફોસિલોને માટે ખાસ કોપ્રોલાઇટ એવો શબ્દ યોજાયો છે. ટુંકામાં અસ્મીભૂત સેન્દ્રિય પદાર્થ, એવા પદાર્થના આકાર, કદ, બનાવટ અથવા અસ્તિત્વના કોઈપણ ચિન્હ–બીબાં, ઢાળા વગેરેને ફોસિલ કહેવામાં આવે છે. પૂરું આશ્મિકરુપ ધારણ ન કર્યું હોય તેને અર્ધ ફોસિલ કહેવાય છે.

ભૂકવચનો ઇતિહાસ જાણવા સારુ આ ફોસિલો ઘણાં જ અગત્યનાં છે. ફોસિલો વડે આપણે એમના દટાવાના કાળની ભૂગોળ રચનાનો, તે કાળની વાતાવરણિક અવસ્થાનો અને તે કાળનાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિયો એટલે સજીવ–સકરણ પદાર્થોનો ખ્યાલ બાંધી શકીએ છિયે. ફોસિલ ઉપરથી આપણે ભૂકવચના અને વસ્તુતઃ તેના બંધાવાના કાળના વિભાગ પાડી શકીએ છિયે. તેમ જ તે તે કાળે બંધાયલાં જુદાં જુદાં પડો ઉપરથી તે તે જગાની સ્થિતિની કલ્પના કરી શકીએ છિયે. આમ ફોસિલો ઘણા જ મહત્વના કામમાં આવતાં હોવાથી ભૂસ્તરવેત્તાઓ તેમને ભૂતકાળનો ઇતિહાસ ઉકેલવામાં મદદદાયક પુરતકો અગર કિંમતી દસ્તાવેજો હોય નહિ એવાં ગણે છે.

સામાન્યતઃ જેને જીવનશાસ્ત્ર (Biology) નું જ્ઞાન હોય તે જ આ ફોસિલો દ્વારા મળતો ભૂકવચનો ઇતિહાસ વાંચી શકે છે. જીવનશાસ્ત્રના બે મોટા વિભાગમાંથી બે જુદાં જુદાં વિજ્ઞાનો ઉદ્ભવ્યાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. વનસ્પતિશાસ્ત્ર (Botany) અને પ્રાણીશાસ્ત્ર (Zoology) એ બે નિરનિરાળાં છતાં એક બીજાને અવલંબી રહ્યાં છે. આ બન્ને વિજ્ઞાનોમાં અનુક્રમે વનસ્પતિનું અને પ્રાણીઓનું વર્ગીકરણ કેવી રીતે અને કેવું કરવામાં આવ્યું છે, એ જ્ઞાન ફોસિલના અભ્યાસીને આવશ્યક છે. અમે કોઇ જગાએ કહી ગયા છિયે કે વિવિધ વિજ્ઞાનો સૃષ્ટિના કો'યડા ઉકેલવામાં એક બીજાંને સહાયભૂત થઇ પડે છે. આમ ઉપર કહ્યાં તે બન્ને વિજ્ઞાનો સાથે ભૂસ્તર વિદ્યાનાં જટિયાં ગુંથાયલાં છે.

સામાન્ય વાચનારને કાંઈ બધાં વિજ્ઞાનોનું જ્ઞાન હોય નહિ. એ વાત લક્ષમાં રાખી એવા વાચનારને ફોસિલના અભ્યાસને અંગે ખાસ જરુર જેટલું જ્ઞાન મળે એ હેતુથી અમે વનસ્પતિશાસ્ત્રમાં અને પ્રાણીશાસ્ત્રમાં અનુક્રમે વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનાં વર્ગીકરણ કેવી રીતે અને કેવાં પડાય છે તે વિશે જુદા પ્રકરણમાં કહીશું.

દરેક જાતિની વનસ્પતિ તેમ દરેક જાતિનાં પ્રાણીઓ ફોસિલરુપ ધારણ કરે જ એમ કહેવાય નહિ.

પ્રથમ તો જે વનસ્પતિ કે પ્રાણી જલ્દી કહોઇ જાય નહિ તે જ ફોસિલરુપ ધારણ કરી શકે છે. વનસ્પતિ કે પ્રાણી નવા બંધાતા પડમાં પડે, એની ઉપર રોકના થર બંધાય અને એ થરને લીધે અને થરોના દબાણને લીધે તેને હવા મળે નહિ. હવા ન મળવાથી કહોવાણની ક્રિયા ન થાય અને એ વનસ્પતિ કે પ્રાણી જેવું ને તેવું પોતાને મૂળ રુપે સચવાઇ રહે. વળી થરોનું દબાણ એમને ફોસિલ રુપ ધારણ કરવામાં મદદદાયક થઇ પડે. જો ઓકિસજન મળે નહિ તો કહોવાણ થાય નહિ. ઓકિસજન હવામાં હોય છે માટે જ હવા મળે તો કહોવાણ થાય. કહોવાણ એટલે રસાયનિક સંયોગો. માટે જ આવી વસ્તુસ્થિતિમાં દટાનાર વનસ્પતિ કે પ્રાણી મૂળ રુપે ઘણા કાળ સચવાઇ રહે છે. આવી રીતે ફોસિલરુપ ધારણ કરનાર વનસ્પતિ અને પ્રાણી બહુધા પાણીમાં ઉત્પન્ન થનાર હોય છે. જડેલાં ફોસિલોમાં મીઠા પાણીના સરોવરમાં, અગર અતિ વિસ્તિર્ણ સમુદ્રમાં રહેતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનાં ફોસિલોની સંખ્યા અધિકતર હોય છે. આથી ભૂસ્તરનો ઇતિહાસ જાણવા અને તેના વિભાગો વગેરે હકીકતનો નિર્ણય કરવામાં દરિઆઈ વનસ્પતિ અને પ્રાણીયો ઉપર મોટો આધાર રાખવો પડે છે.

બીજું દરેક વનસ્પતિ અને પ્રાણીમાં તેની રચના, અંગભૂત રસાયનિક પદાર્થો જેવા હોય તેના પ્રમાણમાં તેની ફોસિલ બનવાની લાયકાત ઓછીવત્તી હોય છે. જો તેમના અંગમાં કોઇ સખ્ત પદાર્થ ન હોય અને કેવળ જલ્દી કહોઇ જાય એવા માંસરુપી પદાર્થો જ હોય તો તે ફોસિલનું રુપ ધારણ કરી શકે નહિ. આવા એટલે જેમના શરીરમાં કેવળ માંસરુપી પદાર્થો જ હોય તેવાં વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનાં ફોસિલો મળવાં દુર્લભ. આમ કેમ બને એ સહજ જ સમજાય એવું છે. ફોસિલ રુપ ધારણ કરતાં–પથ્થર બની જતાં–વર્ષોના વર્ષો લાગે છે; અને આવી વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ એટલામાં તો કહોઇ જઇને નાશ પામે છે. માટે જ ઘણી વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનાં ફોસિલ બનતાં જ નથી. છતાં એમ કહેવાય નહિ કે આવાં નરમ અને જલ્દી કહોઈ જાય એવાં કોઈ પણ પ્રાણી કે વનસ્પતિના ફોસિલ ન જ બને. ખાસ–વિશેષ સંયોગમાં તો સઘળી વનસ્પતિ અને સઘળાં પ્રાણી ફોસિલ રુપ ધારણ કરી શકે. જીવડાં, માખી, મચ્છર જેવાં ઝીણાં ઝીણાં જંતુઓ તો તરત નાશ પામે એવાં હોય છે; છતાં ઝાડમાંથી ઝરપતા રસ કે ગુંદરમાં ચોંટી જઇ ને બુડી જવાથી તેમના ઉપર તેના ફરી વળવાથી તેઓ સચવાઇ રહે છે અને કાળે કરીને ફોસિલ રુપ ધારણ કરે છે. દૃષ્ટાંત તરીકે પારદર્શક અંબરમાં ડુબીને પુરાઇ ગએલી માંખીઓ અને મચ્છરોનાં મળી આવતાં ફોસિલો મોજુદ છે. પરન્તુ આવા દાખલા બહુ જ થોડા જણાયા છે. એ ઉપરથી કેટલીએ જાતિઓ ભૂગોળ ઉપર પોતાના અસ્તિત્વનાં ચિન્હ રાખ્યા વગર નાશ પામી હશે તેનો સ્હેજ ખ્યાલ બંધાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ જો વનસ્પતિ અગર પ્રાણીના શરીરમાં એવા કઠણ પદાર્થ હોય કે જે પોતાની કઠણાશને લીધે વહેલા કહોઇ જઇને નાશ પામે નહિ, તો તેઓ કાળે કરીને ફોસિલરુપ ધારણ કરે છે. કળાણવાળાં પીટનાં પડોમાં, સરોવરો અને નદીના પાત્રમાં બંધાયલાં પડોમાં, નદીના ચુનાવાળી રેતીનાં પડોમાં, તેમ જ દરીઆના પાત્રમાં આવાં ફોસિલો બંધાયલાં મળી આવે છે. આમ મળી આવતાં થોડાં જ ફોસિલો ઉપરથી તે પડોના બંધાવાના કાળમાં કેટલાં પ્રાણી વગેરે હતાં તેનો અંદાજ બાંધીએ તો તે વાજબી કહેવાય નહિ. વનસ્પતિ અને પ્રાણીના ઉદ્ભવકાળથી માંડીને આજ પર્યન્તનાં તેમનાં ઘણાં જ થોડાં ફોસિલો મળ્યાં છે, એ ખુલ્લું જ છે. તેમની મોટી સંખ્યા તો કહોઇને નાબુદ થઇ હશે.

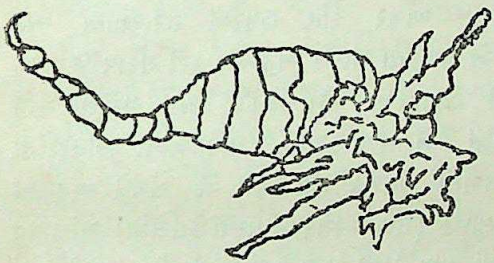
વનસ્પતિના અંગના બંધારણમાં કાર્બોન, હાઇડ્રોજન અને ઓકિસજન નામનાં મૂળ તત્ત્વોથી બનેલા સેલ્યુલોઝ અને વેસ્કયુલોઝ નામના પદાર્થો, સુકી-એટલે ભેજવગરની હવામાં હોય કિંવા પાણીથી તરબોળ થએલા હોય તોપણ, જો તેઓ સખ્ત કાદવમાં દટાઈ ગયા હોય તો ઘણી લાંબી મુદત સુધી કોહ્યા વગર ટકી રહે છે. કહોવાણ થાય એવા સંયોગોને અભાવે જુનાં મકાનોનાં લાકડાં સૈકાનાં સૈકા સુધી સારી હાલતમાં રહે છે, એ તો જાણીતું છે. તારંગાના ડુંગર ઉપર આવેલા શ્રાવકોના મુખ્ય દેવાલયનો ગુંબજ લાકડાના પાટડા ઉપર બાંધેલો છે. સૈકાં ગયા છતાં એ લાકડાં એવીને એવી સારી હાલતમાં અને મજબૂત રહ્યાં છે. કેટલીક વનસ્પતિમાં પાણીમાં પિગળેલો લાઇમકાર્બોનેટ ચુશી લેવાની શક્તિ હોય છે. તેઓ આમ ચુશી લીધેલા લાઇમકાર્બોનેટમાંથી પોતાના અંગમાં એક એવો પદાર્થ બનાવે છે કે જો એના ઉપર પાણીની અસર ન થાય તો તે, ખાસ સંભાળ ન લઇએ તોપણ, સૈકાંનાં સૈકાં સુધી સડ્યા વગર ટકી રહે. આનાં કરતાં પણ વળી બીજી કેટલીક વનસ્પતિ, સિલિકા જેમાં પિગળેલો છે એવા પાણીમાંથી સિલિકા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચુશી લઈ પોતાના અંગમાં ભેળવે છે. એ વળી ઓર વધારે ટકાઉ હોય છે. ડાયાટોમ જાતિની વનસ્પતિ આમ સિલિકાના દ્રવણમાંથી સિલિકા ચુશી લઇ તેનો પોતાના અંગમાં જમાવ કરે છે, અને પરિણામે વધારે ટકાઉ બને છે. ડાયાટોમ જાતિની માટી, જે લોક-ભાષામાં ત્રિપોલી કહેવાય છે તે, આવા ડાયાટોમના સિલિકામય રુપવાળાં ફોસિલો જ છે.

પ્રાણીઓનાં શરીરના સખ્ત ભાગ પણ કહોવા વગર અગર વિજ્ઞાનની ભાષામાં બોલીએ તો તેમાં રસાયનિક પ્રથક્કરણ અને સંયોગો બન્યા વગર ટકી શકે છે. જીવડાં, આર્કનિડ, ક્રૂટેશિયા (સાંધા સાંધાવાળા સપટળયુક્ત પ્રાણીઓ) અને બીજા જંતુઓના હાડકા જેવા સાંધા ચિટિન નામના એક પદાર્થના બનેલા હોય છે. વંદાની પાંખો, વિંછીની પૂંછડી, તેમ જ આંકડો એ આવા ચિટિનનાં જ બનેલાં હોય છે. આ ચિટિન ઘણા કાળના કાળ સડયા વગર ટકી રહે છે. સ્કોટલંડમાં ઉપલ્યો સિલૂરિયન સમય–લાખોના લાખો વર્ષ પૂર્વે પ્રવર્ત્તતો હતો–તે કાળે દટાયલા વિંછીના પૂર્વજ પેલિઓ-ફિનસના ફોસિલોનું ચિટિન વર્ત્તમાન કાળમાં વિંછીઓ થાય છે તેમના શરીરના ચિટિન જેવું જ દેખાય છે. વિંછીનાં પૂર્વજનાં આ ફોસિલો –જો કે પથ્થરરુપ બની ગયાં હોય છે છતાં તેમનો દેખાવ વર્ત્તમાન કાળના એ વિંછીઓના વંશજોના ચિટિનના જેવો આબેહૂબ હોય છે.



આ. ૨૭ વિંછીનો પૂર્વજ–પેલિઓફિનસ.

કેટલીક જાતનાં ક્ષુદ્ર પ્રાણીઓ પાણીમાંથી સિલિકા છૂટું પાડે છે. આવાં પ્રાણીઓનાં અંગના સખ્ત ભાગ ફોસિલરુપે કાયમ રહેલા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મળી આવે છે. રેડિયોલેરિયા અને આપણે જેને સામાન્ય ભાષામાં વાદળી કહીએ છીએ તે જીવડાં આ પંકિતનાં છે. વળી પરવાળાનાં જીવડાંનાં અંગોમાં અને એકિનોડર્મ જાતિનાં જીવડાંની છીપોમાં લાઇમકાર્બોનેટ બહુ જ હોય છે. કેટલાંક માંસરુપી પ્રાણીઓની છીપો લગભગ એ પદાર્થની જ બનેલી હોય છે. આ બધાં પ્રાણીઓ વિશેષે કરીને ફોસિલરુપ ધારણ કરે છે. કરોડવાળાં પ્રાણીઓનાં અંગના સખ્ત ભાગ બહુધા ચૂનાના ફોસ્ફેટના બનેલા હોય છે. આવાં પ્રાણીઓમાં કેટલોક લાઇમફોસ્ફેટ તેમના શરીરમાં અને કેટલોક તેમના શરીરના બહારના આચ્છાદન બનવામાં ખપી જાય છે. કરોડવાળાં ઉંચી શ્રેણીનાં પ્રાણીઓનાં હાડકાં અને દાંત ફોસિલરુપ ધારણ કરે છે. શરીરના એકાદ હાડકા ઉપરથી અગર દાંત ઉપરથી શરીરશાસ્ત્ર અને અસ્તિવિદ્યાને આધારે એ પ્રાણીના સંબંધે અનુમાન કરી શકાય છે. વળી પ્રાણીઓના મળ અને હલ્લાર પણ ફોસિલરુપ થઇ ગએલાં મળી આવે છે. એના ઉપરથી એ મળ કરનાર પ્રાણીઓનાં આંતરડાંની બનાવટ કેવી હશે, એમનો ખોરાક કેવો હશે એ સંબંધે અનુમાન કરાય છે. આવા કોપ્રોલાઇટ (મળ અગર હલ્લારનાં ફોસિલો) માં વખતે એ પ્રાણીઓએ ખાધેલાં પણ પચી ન ગએલાં એવાં બીજા પ્રાણીઓનાં અવશેષો પણ મળે છે; તેથી એ બીજા પ્રાણીઓ સંબંધે પણ અનુમાન કરી શકાય છે.

વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના બચી રહેલા અવશેષો—ફોસિલ જુદે જુદે રુપે અને જુદી જુદી ક્રિયાઓ વડે અસ્તિત્વમાં આવે છે, ગમે તે રીતે બંધાયલાં હોય તેવાં બધાં ફોસિલોનાં ત્રણ મુખ્ય વર્ગ કરાયઃ—

૧ જેમાં મૂળ પદાર્થ (પ્રાણી કે વનસ્પતિ) તદ્દન અથવા થોડો ઘણો જાતે જ સચવાઇ રહ્યો હોય તેવાં. આખાં પ્રાણીને પ્રાણી અગર છોડ કે ઝાડને ઝાડ ફોસિલરુપ બન્યાં હોય એવું ક્વચિત બને છે. લંડનના કેન્સિંગટનના સંગ્રહસ્થાનના બારીઆમાં ફોસિલરુપ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ધારણ કરેલું એક ઝાડનું આખું થડ જાણે ત્યાં ઉગ્યું ન હોય એવી રીતે ગોઠવ્યું છે. સૈબીરિયાના બરફથી ઠરી ગએલા કાંપ અને પીટના પડમાંથી એક "મેમથ" નામના પ્રાણીનું ફોસિલ આખુ અણીશુદ્ધ મળી આવ્યું છે. વર્તમાન સમયમાં આ પ્રાણીનું સત્યાનાશ જવાથી એ ભૂપૃષ્ટ ઉપર હયાતી ધરાવતું નથી. ઝાડ કિંવા છોડવામાંથી ઝરપતા ગુંદરમાં દટાઇ જઇને એમાં ને એમાં સચવાઈ રહેલાં જીવજંતુઓ મળી આવે છે. અંબર નામના સુગંધ દ્રવ્યમાં દટાઇ જઇ સચવાઇ રહેલાં આખાં આવાં જંતુઓનાં ફોસિલો પણ ઉપલબ્ધ થાય છે. આમ છતાં પણ સામાન્યતઃ મળી આવતાં ફોસિલોમાંનો સેંદ્રિયભાગ ખવાઇ ગએલો અને વધારે ટકાઉ ભાગ જ ફોસિલ રુપે રહેલો હોય છે. ખનિજ કોલસા પણ ફોસિલ જ છે. જમીન ઉપર બહુધા કાર્બોનિફરસયુગ અને બીજા યુગોમાં પણ જમીન ઉપરનાં જંગલને જંગલ દટાઇ જઇને તેમણે કાર્બોનનું રુપ ધારણ કર્યું છે. લાકડાનાં આ ફોસિલો જુદી જુદી શ્રેણીમાં વિભાગાય છે; જેમકે પીટ, લિગ્નાઇટ, તપખીરીઓ, બિટયુમિન, આંથ્રેસાઇટ અને ગ્રેફાઇટ એ એની ઉત્તરોતર થએલી જાતો છે. પ્રાણીઓમાં પણ શંખલા, છીપો, હાડકાં વગેરેમાંથી સેંદ્રિય ભાગ ખવાઇ જઇ તે સુક્કાં અને ભગરાં થઇ જાય છે.

૨. જેમાં સેંદ્રિય પદાર્થ તેમ જ અંદરની બનાવટ તદ્દન નાશ પામીને માત્ર બહારનો દેખાવ જ સચવાઇ રહ્યો હોય તેવા ઢાળાનાં ફોસિલો. જ્યારે મુવેલું પ્રાણી અગર વનસ્પતિ દટાઇ જાય છે ત્યારે જે ખનિજમાં એ દટાઇ ગયું હોય તે ખનિજ એ પદાર્થની ચોતરફ ચોંટી જઇને સખ્ત બને છે. આમ થવાથી એ પદાર્થની બહારની બાજુનું બીબું બની રહે છે. જો એ ખનિજ ઝીણા કુમાસનો હોય તો આવાં બીબામાં એની દરેક રુપરેખા બરોબર ઉઠી આવી મૂળ પદાર્થ નાશ પામે તે પહેલાં તો સુકાઇને સખ્ત બની જાય છે. જો કે સિલિકા અને લાઇમકાર્બોનેટ આ બન્ને ખનિજોમાં આવાં બીબાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બહુ સારી રીતે બંધાય છે છતાં, આવી બધી રચના જણાય એવાં સારાં બીબાં તો ઝીણા કુમાશના માર્લ (ચૂનો અને માટી વડે થએલો રોક) અને રેતીનાં પડોમાંથી મળી આવે છે. આમ બીબુ બંધાઈ રહ્યા પછી મૂળ સેંદ્રિય વસ્તુ તદ્દન ખવાઈ જાય, અને બીબામાં પાણી ઉતરી ઉતરીને રફતે રફતે પિગળીને અંદરનો બધો પદાર્થ જતો રહે. જે રોકનાં પડોમાંથી અમુક જાતનાં ફોસિલો મળી આવે છે તે પડોમાંથી એવાં ફોસિલોનાં બીબાં પણ પુષ્કળ મળી આવે છે. ખસુસ કરીને માંસરુપી પ્રાણીઓનાં આવાં બીબાં બહુ ઉપલબ્ધ થાય છે. એ પ્રાણીઓ ના શંખલા, છીપો વગેરે અવશેષો જુદી જુદી જાતના રોકોના પડોમાં બંધાયલાં ઘણાં જડે છે.

કેટલીક વખત એમ પણ બને છે કે ઉપરના શંખલા, કોટલા કે છીપનું બીબું બરોબર સચવાઇ રહી જાતે શંખલું, કોટલું કે છીપ ખવાઇ જઇને અદૃશ્ય થાય છે. તેવી વખતે શંખલાં, કોટલા કે છીપની બહારની બાજુની છાપ બીબામાં રહે છે. કેટલીક વખત ઉપર કહ્યું તેમ માંહેની બાજુનાં બીબાં પણ સચવાઇ રહે છે.

ફોસિલ થતાં પ્રાણી કે વનસ્પતિના ઉપરના આચ્છાદનનું આમ ફોસિલ બંધાયા પછી વચ્ચે જે ભાગ પોલો રહે છે તેમાં પાણી પ્રવેશ કરે છે ત્યારે એ પાણીમાં જે ખનિજો દ્રવણ રુપે રહ્યા હોય તે પણ પ્રવેશ કરે છે, અને ત્યાં ઠરીને ઘનીભૂત થાય છે. આ પ્રમાણે જે રોકમાં આ બીબું બંધાયું હોય તે ખનિજ કરતાં જાત જાતના જુદા ખનિજો આ પોલાણમાં ઠરી ગએલા નજરે પડે છે પોલાણમાં બીજી જાતના ખનિજો ઠરીને બનેલા આવા ઢાળા રેતી, માટી, લોહડાવાળો પથ્થર, ચકમક, ચૂર્ણ–પાષાણ, ગંધક અને જુદી જુદી ધાતુઓથી બનેલા પદાર્થોના બનેલા હોય છે. એ તો ખૂલ્લું છે કે આવા ઢાળાઓમાં મૂળ પ્રાણી કે વનસ્પતિનું બહારનું સ્વરુપ જ સચવાઈ રહે છે, પરન્તુ એમની અંદરની રચનાની બિલકુલ નિશાની રહે નહિ. આવા ઢાળામાં મૂળ પ્રાણી કે વનસ્પતિનું એક અણુ યે કાયમ રહેતું નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩. મૂળ પ્રાણી કે વનસ્પતિનાં અણુએ અણુ બદલાઇને તે પથ્થર રુપ ધારણ કરે છે એ ફોસિલ બનવાનો ત્રીજો પ્રકાર છે. આવાં ફોસિલનાં મૂળ પ્રાણી કે વનસ્પતિનાં અણુઓ રફતે રફતે જઇને તેની જગાએ બીજા ખનિજનાં અણુઓ ઠરી જાય છે. ખનિજના દ્રવણવાળું પાણી આ દટાયલા પ્રાણી કે વનસ્પતિમાં પ્રવેશ કરે છે. આ ક્રિયા ઘણી જ શાન્ત છતાં ત્વરાથી થાય છે. મૂળ અણુ જાતે ખવાઈ જાય તે પહેલાં તો એ પથ્થર રુપ બની જાય છે. આવાં ફોસિલોમાં મૂળ પ્રાણી અગર વનસ્પતિની દરેક ઝીણામાં ઝીણી આન્તર રચના પણ પથ્થર રુપ બનીને કાયમ રહી હોય છે. કોઈ કોઇ વાર મૂળ પ્રાણી કે વનસ્પતિ આખીને આખી નહિ પણ તેના અમુક ભાગે જ આવું ફોસિલ રુપ ધારણ કર્યું હોય છે.

આવાં અણુએ અણુનો ફેરફાર થઇને થનાર ફોસિલો મુખ્યત્વે ચૂનાનો કાર્બોનેટ અને સિલિકા (ચકમક) એ બે પદાર્થ વડે બને છે. ફોસિલ રુપ થએલો લાઇમકાર્બોનેટ કેટલીક વખત સ્ફટિક રુપ પણ બની જાય છે. એમ થાય છે ત્યારે મૂળ ફોસિલની રચના પ્રમાણે ગોઠવાયલો હોવા છતાં ધારણ કરેલા સ્ફટિક રુપને લઇને, તેની મૂળ રચના જેવીને તેવી જ રહેતી નથી. કેટલીક વખત તો એ રચના સમૂળગીએ નાશ પામે છે. વળી આમ સ્ફટિક રુપ ધારણ કરેલો લાઇમકાર્બોનેટ કેટલીક વખત પાછળથી પ્રવેશ કરેલા પાણીમાં પિગળી પણ જાય છે. આમ થઇને તે ખવાઈ જાય છે. રેતી, કાંકરી કે એવા છિદ્રાળુ રોકના પડોમાં બંધાયલાં ફોસિલોના સંબંધમાં આવું ઘણી યે વાર બને છે.

ભૂપૃષ્ટ ઉપરના જે પાણીમાં હ્યુમસએસિડ અને સકરણ પદાર્થો પિગળેલા હોય એ પાણીમાં દ્રવણ રુપે સિલિકા પુષ્કળ હોય છે. ચૂનાના કાર્બોનેટની પેઠે સિલિકા પણ અણુએ અણુની જગાએ ઠરીને ફોસિલ બનાવે છે. સિલિકા વડે બંધાયલાં ફોસિલોમાં મૂળ રચનાના સૂક્ષ્મ માં સૂક્ષ્મ ભાગ સુરેખ કાયમ રહે છે; અને એ જ ખરેખરાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ફોસિલ કહેવાય. સિલિકાના યોગ વડે બનેલું લાકડાનું ફોસિલ જોવાથી અમારા કહેવાની યથાર્થતા તરત સમજાશે. એવા ફોસિલોમાં લાકડાના કણે કણ અને તેના થડનાં વર્તુળો જેવાંને તેવાં સ્પષ્ટ જણાય છે.

ઉપર કહેલા સર્વ પદાર્થો સિવાય લોઢાનો કાર્બોનેટ, લોઢાનો સલ્ફેટ, અને પાઇરાઇટ વડે પણ ફોસિલો બંધાય છે.

ભૂસ્તર વિદ્યામાં ફોસિલો ઘણી અગત્યનાં છે એ તો કહી ગયા છીએ. ફોસિલો ઉપરથી તેમના બંધાવાના કાળની ભૂગોળરચના અને હવામાન સંબંધે અનુમાનો દોરી શકાય છે. ફોસિલો ઉપરથી ભૂકવચમાં બંધાયલાં જુદાં જુદાં પડોનો કાળ નિર્ણય કરાય છે. ફોસિલો ઉપરથી બંધાયલાં પડોનું સંબંધપૂર્વક વય નક્કી કરાય છે, તેમ જ ફોસિલો ઉપરથી ભૂતકાળમાં ઉદ્ભવેલાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ સંબંધી જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે; ભૂતકાળમાં ભૂપૃષ્ટ ઉપર કેવી જાતિનાં અને કેવાં પ્રાણી અને વનસ્પતિનો ઉદ્ભવ થયો હતો, એ જાતિયોમાં કેવો અને કેવી રીતે ફેરફાર, તેમ જ ઉત્ક્રાંતી થઇ હતી, એ બધું આપણે ફોસિલ દ્વારા કલ્પી શકીએ છીએ.

જમીન પર થનારાં પ્રાણીનાં અને વનસ્પતિનાં ફોસિલો ઉપરથી પ્રથમ તો પૂર્વે તે જગાએ જમીન હતી એ જાણીએ છીએ. આવાં ફોસિલો જમીનની પાસે આવેલા કિનારાથી બહુ દૂર નહિ એવા સમુદ્રના પાત્રમાં બંધાયાં હોય છે. પણ જો ફોસિલો પ્રાણી કે વનસ્પતિ હાલ જેવી સ્થિતિમાં મરી જાય છે એવી સ્વાભાવિક સ્થિતિમાં મળે તો તે જગાએ પૂર્વે જમીન હશે એમ કહી શકાય છે. જો નીચેના પડમાં ફેલાયલાં મૂળ સહિત ઉભાંને ઉભાં ઝાડોનાં થડીઆં મળે તો એ જગાએ પૂર્વે અરણ્ય હશે એમ કલ્પના કરી શકાય છે. વળી જો આવાં થડવાળાં પડોમાં વંદાની પાંખો, પક્ષીઓનાં તેમ જ બીજાં સ્થળ પર પ્રાણીનાં હાડકાં વગેરે જડે તો ત્યાં પૂર્વે જંગલ હશે એમ નિર્વિવાદ સાબિત થાય છે. બહુધા જમીન પરનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિનાં સરોવરોના મીઠા પાણીમાં બંધાયલાં ફોસિલો ઉપરથી જમીન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સંબંધી ઇતિહાસ પણ જણાય છે. સ્વિટ્ઝરલાંડમાં મોલાસ, અને પશ્ચિમ યૂનૈટેડસ્ટેટસ્‌માં આવાં સરોવરોમાં બંધાયલાં ફોસિલો બહુ મળે છે. વળી આવાં ફોસિલોવાળાં પડોની ઉપર પીટ કિંવા દટાયલી વનસ્પતિનાં ફોસિલો મળે તો ત્યાં આગળ સરોવરો પૂરાઇ જઇને એ જમીન વારા ફરતી સુક્કી અગર પાણી વડે ઢંકાયલી હશે એમ પણ નિર્ણય કરી શકાય.

દરીઆઇ પ્રાણી અને વનસ્પતિનાં ફોસિલો તો દરીઆના પાત્રમાં જ બંધાયલાં હોઇ, પૂર્વે કોઈ કાળે એ જગાએ સમુદ્રનું અસ્તિત્વ સાબિત કરે છે; પણ કેટલીક વખત એમ નથી એ હોતું. ઝીણાં માંસરુપી દરીઆઇ પ્રાણીઓ દરીઆના મોજાંથી કિનારા પર આવીને પડે છે. તેઓ પવન વડે જમીન તરફ ઉડીને જાય, અગર એમને ખાઇ જનાર પક્ષીઓ વગેરે તેમને જમીન પર–દરીઆ કિનારાથી દૂર લઇ જાય. એમ બનતાં એમના અવશેષોનાં ફોસિલ થાય તો તે જમીન ઉપર જ થાય એ ખૂલ્લું છે. પણ આવું કવચિત બને છે.

ફોસિલ રુપે મળી આવતા શંખલા અને તેમની જોડે મળી આવતી રેતી જોડે કાંકરી ઘસાઇને ગોળ બની હોય તો તે કિનારા પર અથડાતાં મોજાંની અસર--ગતિ વડે એક બીજા જોડે અથડાઇને ગોળ બન્યાં હોય એ સાફ જણાય છે. પણ જો શંખલા વગેરે ભાગી ન ગયા હોય અગર ગોળ ન બન્યા હોય અને પોતાના ઝીણા કાંપમાં દટાયલાં મળી આવે તો એ ફોસિલો ભર દરીએ બંધાયલાં હોય છે. કેટલીક વખત પરવાળાનાં જીવડાં વગેરેનાં ફોસિલો એક પડમાં ઘણાં જણાઇ, એની ઉપરના પડમાં બહુ ઓછાં અથવા તદ્દન અદૃશ્ય થયાં હોય તો, જે શાંત દરીઆમાં આવાં જીવડાં ઉદ્દભવ્યાં તે દરીઆમાં તે જગાએ કાંપવાળું પાણી આવવાથી તેમાં આ જીવડાં જીવી ન શકવાથી ઉપરના પડોમાં તેનાં ફોસિલો અદૃશ્ય થયાનું સાબિત થાય છે. આ તો ભૂગોળ રચનાની વાત થઈ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હવે હવામાન વગેરેને અંગે સહ જ કહીશું. ઉષ્ણકટિબંધમાં વસતાં વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનાં ફોસિલો જ્યાંથી મળે ત્યાં તેના બંધાવાને કાળે ઉષ્ણકટિબંધ હોય એ ખુલ્લું છે. તાડની જાતિનાં વૃક્ષોનાં પાંદડાં, વાંસ અને સિંહનાં હાડકાં તેમ જ હાથી અગર એની જ જાતનાં બીજાં પ્રાણીનાં અસ્તિત્વનાં ચિન્હો જ્યાંથી મળી આવે છે તે જગાએ પૂર્વે ઉષ્ણકટિબંધ અને એશિયા વા આફ્રિકા જેવા ગરમ પ્રદેશો હશે એમ અનુમાન કરી શકાય છે. પણ જો બર્ફ, વિલો, સરુ, રેણ્ડિઅર અથવા કસ્તુરીઆ મૃગનાં કે એવાં બીજાં શીતકટિબંધમાં વસતાં પ્રાણીઓનાં હાડકાં મળે તો તે જગાએ પૂર્વે શીતકટિબંધ હશે એમ નિર્ભ્રાંત કહી શકાય. છતાં આવું અનુમાન બાંધતાં ખાસ લક્ષમાં રાખવું જોઇએ કે હાલ જે જાતનાં પ્રાણીઓ અમુક જાતના હવામાનમાં મળી આવે છે તે જ જાતનાં એ ફોસિલો હોવાં જોઇએ. સામાન્યતઃ આપણે જાણીએ છિયે કે રેણ્ડિયર શીતકટિબંધમાં અને હાથી વગેરે ઉષ્ણકટિબંધમાં વસે છે. પણ બધી જાતનાં મૃગો વગેરે શીતકટિબંધમાં અને હાથીની સઘળી જાતિયો ઉષ્ણકટિબંધમાં જ રહેવાનું પસંદ કરે છે, એમ પણ કહી શકાય નહિ. હાથીની એક જાતિનાં અને ગેંડાનાં ફોસિલો શીતકટિબંધમાં છેક ધ્રુવ તરફના ભાગોમાંથી પણ મળ્યાં છે. આવાં ફોસિલો પહેલાં જડયાં ત્યારે ભૂસ્તર વેત્તાઓએ કલ્પના કરી હતી કે તે જગાએ પૂર્વે—આ પ્રાણીઓ દટાયાં હશે ત્યારે, ઉષ્ણકટિબંધ જેવું હવામાન હશે. પરન્તુ પાછલા વખતમાં આવા એક હાથીની જાતિના પ્રાણીનું અણીશુદ્ધ આખુંને આખું ફોસિલ મળ્યું છે. એ પ્રાણીને આખે શરીરે ઘટ્ટ અને ઉન જેવા વાળ હતા, તે પણ ફોસિલ બની ગયા હતા! આ ઉપરથી જણાય છે કે ઉષ્ણકટિબંધનાં પ્રાણીઓ પણ આમ શીતકટિબંધમાં વસવાને ટેવાઇ ગયાં હોય અને એમનું ટહાડથી રક્ષણ થવા સારુ કુદરતે એમના શરીર પર ઘટ્ટ અને ઉન જેવા વાળનું આચ્છાદન ઉત્પન્ન કર્યું હોય.

ફોસિલો ઉપરથી હવામાનને અંગે અટકળ કરતી વખતે એકાદ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાતિનાં જ નહિ પણ ઘણી જાતિયોનાં ફોસિલો જડવાની જરુર છે. એટલું જ નહિ પણ તેઓ હાલનાં એ જ જાતનાં પ્રાણીઓને વિશેષ મળતાં હોવાં જોઇએ. મળેલાં ફોસિલોમાં હાલનાં પ્રાણીઓ કરતાં ભિન્નતા જેટલી વધારે, તેટલી હવામાનને અંગે કરેલી આપણી કલ્પના ઓછી વજુદવાળી.

ફોસિલો ઉપરથી થતા પૃથ્વીના ભૂકવચના બંધારણના કાળનિર્ણય સંબંધે, જો લક્ષપૂર્વક અવલોકન કરીએ તો ભૂકવચનાં પાછળથી એટલે નવાં બંધાયલાં પડોમાં મળતાં ફોસિલો હાલનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિને બહુ મળતાં જણાય છે. જેમ જેમ જુનાં બંધાયલાં પડોમાં જતા જઇએ તેમ તેમ ત્યાંથી મળતાં ફોસિલો હાલનાં પ્રાણીઓ કરતાં ક્રમે ક્રમે વધારે ભિન્નતાવાળાં મળી આવે છે. એમ ઉત્તરોત્તર થતાં એવાં યે ફોસિલો મળે છે કે જે હાલનાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિથી તદ્દન ભિન્ન પ્રકારનાં હોય છે. વધારેને વધારે જુનાં પડોમાં જતાં અમુક જાતિનાં ફોસિલો તદ્દન બંધ પડી જાય છે અને નવી જાતિનાં મળી આવે છે. વળી ફોસિલની મળી આવતી જાતો જેમ જેમ જુના કાળમાં જતા જઇએ તેમ તેમ, ઓછી થતી થતી આખરે તદ્દન અદૃશ્ય પણ થઈ જાય છે. વળી અમુક હદ સુધી અમુક જ જાતનાં ફોસિલો વિશેષ પ્રબળ અને મુખ્ય જણાય છે. અમુક સમયથી અમુક સમય સુધી અમુક કુટુંબ, અમુક જાતિ અને અમુક વર્ગનાં ફોસિલો મળી આવી, પછી તે અટકી જાય છે, એવું યે જણાય છે. આ સીમા અને નિયમ એટલો તો સચોટ દેખાઈ આવે છે, કે ભૂકવચના અમુક ભાગોનાં તેમાં મળી આવતાં ફોસિલો ઉપરથી નામ પાડીએ તો એ પડાય. વધારામાં આ જુનાં અને નવાં ફોસિલો ઉપરથી પ્રથમ ઉદ્ભવેલાં પ્રાણી અને વનસ્પતિમાં કાળે કરીને રફતે રફતે કેવો અને કેટલો ફેરફાર થયો તે પણ જાણી શકાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૧૮)

પ્રાણિયોની જાતિયોનું નિસ્સંતાન અને ફોસિલ્સ-(ચાલુ).

ઉપર કહ્યું તેમ જ્યારે કોઇ જાતના પ્રાણી કે વનસ્પતિનાં ફોસિલ્સ તદ્દન અદૃશ્ય થાય છે, ત્યારે એ પ્રાણી અગર વનસ્પતિનું ભૂકવચ પરથી નિસ્સંતાન ગયું એમ કહીએ છીએ. અમુક કાળે ઉદ્દભવ થઇને અમુક પ્રાણી અગર વનસ્પતિ ઘણું ફેલાય છે. આમ વધી, ફેલાઇને કેટલોક કાળ પોતે સર્વોપરી હોય નહિ, એમ જણાય છે. પછી ધીરે ધીરે અછતાં થતાં આખરે ભૂપૃષ્ટ ઉપરથી તેમનું સત્યાનાશ જાય છે. ભૂસ્તરના પહેલા યુગમાં પોપડાવાળાં ત્રિલોબાઇટ પ્રાણીઓનું સામ્રાજ્ય હતું. પૃથ્વી ઉપર એ જાતનાં પ્રાણીઓ સર્વોપરી હોઇ તેમની ઘણી ઘણી જાતિયોનો ઉદ્દભવ થયો હતો. ત્યાર પછીના યુગમાં ડેવોનિયન પડોમાં નવાં જ પ્રાણી, માછલાંનો ઉદ્દભવ થયો. વધતાં વધતાં કાર્બોનિફરસ સમયમાં તો મચ્છ એ સર્વોપરી પ્રાણી હતું. આ કાર્બોનિફરસ સમયમાં જમીન પર વનસ્પતિનો ઘણો જ ઉદ્દભવ થયો. એટલે સુધી કે આકાશના બીજા ગ્રહો ઉપરથી નિરીક્ષણ કરતાં આપણી પૃથ્વી તેઓને લીલા રંગની દેખાતી હશે એમ કલ્પના થાય છે. આ સમય સુધી ભૂચર પ્રાણીઓ બિલ્કુલ જણાયાં નહોતાં. ત્યાર પછી ભૂગોળ પર અનુક્રમે જળથળચર, પેટે ચાલનારાં, આંચળવાળાં અને છેવટે મનુષ્યનું સામ્રાજ્ય થયું. આ પ્રમાણે ભૂકવચના પાડેલા કાલ્પનિક યુગો અને સમુહો બંધાવાના કાળમાં જુદી જુદી જાતનાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિયોની જાતિયો ને જાતિયો સર્વોપરી સ્થિતિએ પહોંચી પછી અદૃશ્ય થઈ ગઇ છે.

ભૂકવચની સેન્દ્રિય વસ્તીના ઇતિહાસમાં આ પ્રાણી અને વનસ્પતિના યુગો એટલા તો સ્પષ્ટ છે કે ભૂકવચનાં પડોનાં કેંબ્રિયન, સિલૂરિયન, કાર્બોનિફરસ એવાં એવાં નામ પાડયાં છે તેને બદલે મળી આવતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ફોસિલ લક્ષમાં લઇને, માંસરુપી પ્રાણીઓનો યુગ, મત્સ્યનો યુગ, વનસ્પતિ યુગ, પેટે ચાલનાર પ્રાણીઓનો યુગ, આંચળવાળાં પ્રાણીઓનો યુગ અને મનુષ્યનો યુગ એવાં નામ પાડીએ તો યે ચાલે. પ્રોફેસર દાના નામનો ભૂસ્તરવેત્તા આવાં નામ પાડવાની સૂચના કરે છે.

ડા૦ હોટન નામના ભૂસ્તરવેત્તાએ જુદાં જુદાં જળમળરોકનાં પડોમાં દર મૈલે મળી આવતાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલની સંખ્યાનું પ્રમાણ જણાવવા એક કોઠો તૈયાર કર્યો છે.

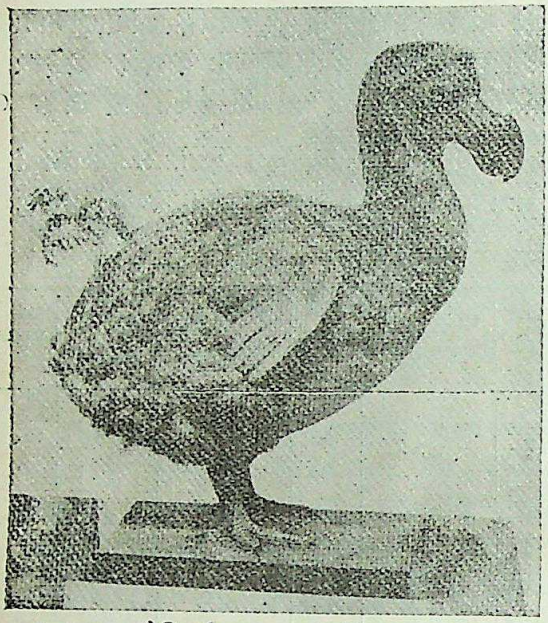
ભૂકવચના ભાગનાં નામ.	પોપડાવાળાં પ્રાણી.	મત્સ્ય.	પેટે ચાલનાર પ્રાણી.	આંચળ વાળા.	મનુષ્ય
નિચલો સિલૂરિયન.	૨૬	૦	૦	૦	૦
ઉપલો ,,	૪૦	૭	૦	૦	૦
ડેવોનિયન.	૮	૬૧	૦	૦	૦
કાર્બોનિફરસ.	૧૦	૭૩	૦	૦	૦
પર્મિયન.	૨૨	૩૨	૬	૦	૦
ત્રિઆસ.	૦	૫૪	૯૦	૦	૦
જૂરાસ.	૨૭	૨૭૭	૮૮	૭	૦
ક્રિટેસિયસ (ચાક)	૨૩	૫૦	૧૨	૦	૦
ત્રિજાયુગનાં પડો.	૧૫	૧૧૮	૩૨	૩૪	×

ઉપરના કોઠાથી જુની જાતિયો નાશ પામતી ગઇ છે અને નવી ઉત્પન્ન થતી ગઇ છે, એમ ખુલ્લું જણાય છે. તોપણ એ ઉપરથી એમ ન સમજવું કે લય પામનાર જાતિ એકદમ જ લય પામતી. કોઇપણ જાતિ એમ એકદમ નાશ પામી નથી. દરેક જાતિ ઉદ્ભવ્યા પછી વધતી વધતી પૂર્ણ વધારામાં આવ્યા બાદ, રફતે રફતે ઓછી થતાં થતાં છેવટે લય પામેલી છે, એટલે કે ભૂપૃષ્ટ ઉપર એનું સત્યાનાશ ગયું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હાલના મનુષ્યથી લખાયલા ઐતિહસિક સમયમાં જ કેટલી



આ. ૨૮ ઐતિહાસિક કાળમાં નિસ્સંતાન ગએલું ડોડો નામનું પક્ષી.

જાતિ નાશ પામેલી છે. દાખલા તરીકે "ડોડો" અને "ઓક" ના મ નાં પક્ષી ઓ નો દા ખ લો મો જુ દ છે. ભૂગોળ ઉપર આ પક્ષીઓનું નિ સ્સં તા ન ગ યું છે. ડોડો મેારેશિયસના ટાપુમાં અને ઓક ઉત્તર મહાસાગરમાં વસતાં.

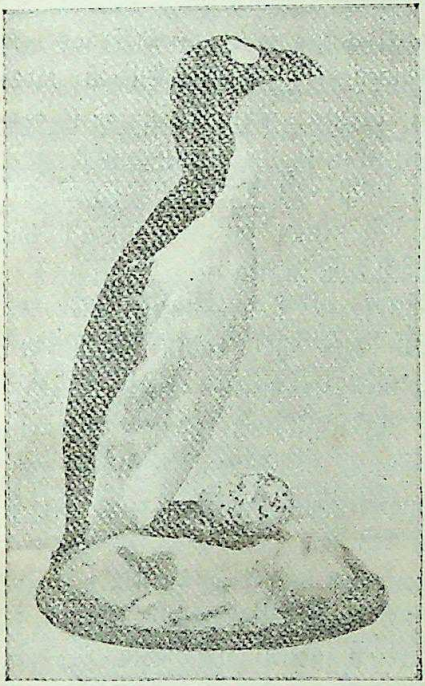
આમ જાતિયોનું નિસ્સંતાન કાઢવામાં હાલના સમયમાં મનુષ્ય ઉદ્યુક્ત થાય છે. શિકારીઓ વાઘ, સિંહ, રીંછ વગેરે હિંસક પ્રાણીઓને મારી નાંખે છે. તેમ જ સાપ વગેરે જાતોનો તો દેખે ત્યાંથી ખોડો કાઢે છે. પૂર્વે જુનાગઢ પાસેના ગીરના વનમાં સિંહની વસ્તી ઘણી હતી. શિકારીઓએ સિંહોની ત્યાંની વસ્તી તો લગભગ નાબુદ કરી નાંખી છે.

કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓ કલ્પના કરે છે કે જેમ કુદરતે દરેક પ્રાણી–વ્યક્તિના જીવનની પરમ સીમા ઠરાવી હોય છે, તેમ દરેક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આખા વર્ગના આયુની પરમ સીમા કાં ન ઠરાવીહોય ? દાખલા તરીકે બહુ બહુ તો માણસ સો વર્ષ જીવે. એમ આખી મનુષ્ય જાતિ જ અમુક સૈકા સુધી ટકે એમ કેમ ન હોય ? વખતે એમ હોય પણ ખરું. આ મનોરંજક અને કૌતુકભર્યા વિષયને અંગે માત્ર અટકળ જ કરી શકાય, કેમકે મનુષ્ય-જાતિનું જીવન ભૂસ્તર-કાળની સરખામણીમાં એટલું તો અલ્પ છે કે આ બાબત નક્કી કરી શકાય જ નહિ. તેમાં યે મનુષ્ય વ્યક્તિનો આવરદા તો લેખું યે થાય નહિ એટલો તુચ્છ છે. એ તો નિર્વિવાદ છે કે પૃથ્વીપર મનુષ્યના અસ્તિત્વ પહેલાં અને પછી અસંખ્ય જાતિયો સદંતર નાશ પામી છે; વળી દેશ દેશના પ્રાણીઓ વિષેનું આપણું જ્ઞાન એટલું અપૂર્ણ, સંકુચિત અને થોડું છે, કે આમ કેમ બને છે એ આપણને ખબર નથી. ભૂગોળ પરના જીવોમાં એટલા બધા અને એટલા અચંબાભરેલા ફેરફાર જે કારણોથી થયા છે તે કારણ પણ આપણા જાણવામાં આવ્યું નથી.



આ. ૨૯ નિસ્સંતાન ગએલું બીજું પક્ષી એક.

આ રસિક અને મનોરંજક વિષયની વધારે સ્પષ્ટતા સારુ આટલી વાત કહેવી જરૂરની હતી, તે કહ્યા પછી પાછા આપણે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ફોસિલો ઉપરથી ભૂકવચના બંધાવાનો ક્રમ શી રીતે જાણી શકીએ છીએ તે બાબત કહીશું.

લક્ષપૂર્વક અવલોકન કરતાં જણાય છે કે નવા એટલે પાછળથી બંધાયલાં પડોમાં મળી આવતાં ઘણી સંખ્યા ફોસિલો હાલ પૃથ્વીપર થતાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ જેવાં જ છે. જેમ જેમ જુના પડો તરફ જતા જઇએ તેમ તેમ હાલનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ કરતાં જુદી જાતનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિયો મળે છે. નવાં પડોમાં મળી આવતી જાતો પોતે અદશ્ય થઇ જાય છે અને સાટે બીજી નવી જ જાતો દૃષ્ટિગોચર થાય છે. આ બીજી જાતિયો પણ હાલ વર્તમાન સમયમાં નિરસંતાન થએલી જ હોય છે. વળી દરેક જુદા જુદા પડોના સમુદાયમાં જુદી જુદી જાતનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ દેખા દે છે. પ્રાણી અને વનસ્પતિમાં વ્યક્તિગત ફેરફાર જણાય છે, એટલું જ નહિ, પણ તેમના વર્ગ, કુટુંબો, અને જાતિ વગેરે પણ ફેરફારવાળાં જણાય છે. એમ થતાં થતાં છેક જુના પડસમુદાયોમાં તો હાલ ભૂગોળપર હયાત હોય એવી માત્ર એક બે જાતિયો જ મળી આવે એમ બને છે.

પડોના અમુક સમુદાયમાં મળી આવતાં આ ફોસિલો ભૂકવચમાં બીજી જગાએ બંધાયેલા બીજા આવા પડસમુદાયમાં પણ મળે છે. આ ઉપરથી ફોસિલોના બે તરેહના વિભાગ પણ પડાય. એક તો એની પોતાની પ્રાણીકોટિની જાતિ પ્રમાણે અને બીજો એ જે જાતનાં પડોમાંથી પ્રાપ્ત થતાં હોય તે પ્રમાણે. આ નિયમિતપણું એવું તો નિયમસર જણાય છે કે અમુક જાતિના અને સમયના પડસમુદાયો પૃથ્વીપર જ્યાં જ્યાં, જે જે દેશમાં, મળી આવે છે ત્યાં ત્યાં–આફ્રિકા, એશિયા, યૂરોપ, અમેરિકા કે આસ્ટ્રેલિયા બધે–તે જ જાતિના ફોસિલો તેવા જ પડસમુદાયોમાં પ્રાપ્ત થાય છે. ફોસિલો મળી આવે છે એટલું જ નહિ પણ ખાસ મહત્ત્વનું તો એ છે કે તેમના મળી આવવાનો **અનુક્રમ** ધરાધરી એ જ હોઇ. બદલાતો નથી. આમ અનુક્રમ ન બદલાતો હોવાથી એવાં ફોસિલો ઉપરથી પડસમુદાયોની સંબંધપૂર્વક રચના અને સ્થિતિની કલ્પના કરી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શકાય એ સમજાય એવું જ છે. આખા ભૂકવચમાં બંધાયલાં આ બધાં ફોસિલો સમકાલિન હશે કે કેમ તે કહી શકાય નહિ. પણ નિસ્સંદેહ એટલું તો કહેવાય કે તેમનો ક્રમ એક જ સરખો હોય છે. આવી વસ્તુસ્થિતિ ઉપરથી કોઇ પણ બે પડસમુદાયો તેમની ખનિજ રચનામાં ભિન્નાભિન્નતા હોવા છતાં યે જો તેમાં જડી આવતાં ફોસિલો એક જ જાતિનાં હોય તો એ પડસમુદાયો એક જ કાળ-યુગના ગણાય.

(૧૯)
લાક્ષણિક ફોસિલો.

ભૂકવચમાં બંધાયલા પડસમુદાયોમાં જે ફોસિલો અમુક પડસમુદાયમાં ખસુસ મળે છે તે ફોસિલોને ઇંગ્રેજીમાં ટાઇપ-ફોસિલ એટલે તે જાતના પડ સમુદાયનાં લાક્ષણિક ફોસિલ કહે છે. એવાં લાક્ષણિક ફોસિલનાં થોડાં દૃષ્ટાંત અહીં અરથાને નહિ ગણાય એમ અમે ધારીએ છિયે.

ફોસિલનાં નામ.	જે પડસમુદાયનાં એ લાક્ષણિક છે તે
લેપિડોડેન્ડ્રોન (વનસ્પતિ) સિજિલેરી (વનસ્પતિ)	જુના રાતી રેતીનાં પડો અને કાર્બોનિફરસ.
ટ્રિલોબાઇટ (પ્રાણી) ગ્રેપ્ટોલાઇટ. (પ્રાણી)	કેમ્બ્રિઅનથી કાર્બોનિફરસ.
બ્લેસ્ટોઇડા (પ્રાણી)	કાર્બોનિફરસ.
એમોનાઇટિસ (પ્રાણી)	મેસોઝોયિક-(મધ્યજીવમય યુગ).
ઇક્થિયોસૌરસ (પ્રાણી)	,,
પ્લેસિયોસૌરસ. (પ્રાણી)	,,
ઇગ્વાનાડોન. (પ્રાણી) દાંતવાળા પક્ષી. (પ્રાણી)	ક્રિટેશિયસ—ચાકનાં પડો.)
ન્યુમુલાઇટિસ. (પ્રાણી)	જુનો ત્રિજો યુગ.
માસ્ટોડોન, એલીફા, ઇકવસ (ઘોડા), તરસ અને વાંદરાં.	નવો ત્રિજો યુગ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લક્ષપૂર્વક અવલોકન અને અભ્યાસ વડે જુદા જુદા દેશોના પડબંધરોકોના તેમાં મળતાં ફોસિલોને આધારે યુગ, વિભાગો અને ઉપવિભાગો પાડવામાં આવ્યા છે. દરેકમાં તેમનાં લાક્ષણિક ફોસિલો મળી આવે છે. છેક જુનામાં જુનાં પડોથી માંડીને નવામાં નવાં પડો સંબંધી અવલોકન કરીને વિચાર કરતાં પ્રાણી અને વનસ્પતિની ઉત્તરોત્તર ક્રમવાર ઉત્ક્રાંતિ થતી હોય એમ જણાય છે. રેતીના પથ્થર, સખ્ત બનેલી માટી, શેલ, ચૂર્ણપાષાણ અને એવાં જુદી જુદી જાતનાં બંધાયલાં પડો એ ભૂસ્તરમાં આ ઉત્ક્રાંતિના જડાયલા લેખ રુપ જ છે. એના પરથી ભૂસ્તરનો ઇતિહાસ પ્રાપ્ત થાય છે. એ ઇતિહાસ ક્રમવાર જાણવા સારુ દરેક પડના બંધાવાના કાળનો નિર્ણય થવો ઇષ્ટ છે. કિયું પડ નવું અને કિયું પડ જુનુ છે, તેમ જ કિયું પડ કિયા પડની ઉપર અને કિયાની તળે બંધાયું છે, એ જાણવું પણ આવશ્યક છે. એકવાર આ મુદ્દાઓ નક્કી થઇ જાય તો પછી આ ઇતિહાસ સડસડાટ ઉકેલાય છે; અને અમુક પડ ગમે તે પ્રદેશમાં મળી આવે, અથવા તેના અઙ્ગભૂત પદાર્થો–ખનિજો–સરખા હોય યા નહોય છતાં, ઉત્ક્રાંતિના ક્રમમાં તેના યોગ્ય સ્થાનનો નિર્ણય કરી શકાય છે.

ફોસિલોને આધારે આપણે ભૂસ્તરના ઇતિહાસને ઉકેલી તેની પ્રકરણ વાર ગોઠવણી કરી શકીએ છિયે, એ જેમ ખરું છે તેમ, એ ઇતિહાસ ઉકેલતાં એમાં ઉણપ દીઠામાં આવે છે એ પણ ખરું છે. આમ હોવાને લીધે પૃથ્વીના પૃષ્ટ પર કેવા કેવા ફેરફાર થઇ ગયા છે અને કેવાં કેવાં પ્રાણીઓ, વનસ્પતિ અસ્તિત્વમાં આવી ગયાં છે એ બતાવનાર ઇતિહાસ અપૂર્ણ છે.

છેક તુચ્છમાં તુચ્છ પ્રાણી અને વનસ્પતિનો જુનામાં જુનાં પડોમાં ઉદ્ભવ થઇ તેમની ઉત્તરોત્તર ઉત્ક્રાંતિ થતાં થતાં પ્રાણી અને વનસ્પતિની હાલની સ્થિતિ પ્રાપ્ત થઇ હોય એમ માલમ પડે છે; છતાં–પડો અને ફોસિલને ભૂકવચના ઇતિહાસ અને લેખની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આપેલી ઉપમા લક્ષમાં રાખીને કહીએ તો–ભૂસ્તરના આ ઇતિહાસમાંથી ઘણી જગાએથી પ્રકરણનાં પ્રકરણ ગેબ થઇ ગયાં હોય એમ લાગે છે. એક રોકમાં અમુક જાતિનાં ફોસિલો મળી આવી એની ઉપરના પડમાં તદ્દન જુદી જ જાતિનાં ફોસિલો દેખા દે છે.

આવી વસ્તુસ્થિતિમાં શરુઆતના ભૂસ્તરવેત્તાઓ કલ્પના કરતા કે જ્યાં જ્યાં આવી રીતે ફોસિલો અદૃશ્ય થઇને તદ્દન નવાં અને બીજાં પડોનાં લાક્ષણિક ગણાતાં ફોસિલો દેખા દે છે ત્યાં, તે કાળે ભૂકવચમાં ભૂકંપ વગેરેને લીધે એ પ્રાણીઓની જાતને જાત નાશ પામી હશે. પછી વળી એ ક્ષોભ શમ્યા બાદ નવેસરથી પ્રાણી અને વનસ્પતિનો પુનઃ ઉદ્ભવ થયો હશે.

પણ આવો નાશ અને પુનર્ રચના ન થઇ હોય એમ માનવાનાં વધારે ને વધારે કારણો મળી આવ્યાં છે. કોઇ પુસ્તકમાંથી અમુક પ્રકરણનાં પાનાં ફાડી લઇએ એમ ભૂકવચના આ ઇતિહાસનાં પાનાં પણ ફાડી લીધાં હોવાં જોઇએ. ફોસિલો બંધાવામાં, તેમ જ બંધાયા પછી જળવાઈ રહેવામાં ઘણા ઘણા અંતરાયો નડે છે, એ આપણે જોઇ ગયા છિયે. સંપૂર્ણ હાલતમાં આ ઇતિહાસ નોંધાયો હોય છતાં તેનો નાશ કરનારાં કારણોનો કાંઈ તોટો નથી. એમ બને કે અદૃશ્ય થએલાં ફોસિલ જેની અંદર બંધાયાં હોય એવાં પડો ખુશ્કી–સુકી જમીન પર નસતાં દરીઆના પાત્રમાં આવી ગયાં હોય. એમ હોય તો આપણે તેમની ખોળ શી રીતે કરી શકીએ ? અગર તો આગ્નેય ઉપાધિવડે છેક ભૂપૃષ્ટપર આવીને, ખવાઈ જઇને, તદ્દન ઘસાઈ યે ગયાં હોય. અગર તો એવાં પડ ઉપર આગ્નેય ઉપાધિ વડે જ્વાળામુખી વગેરેમાંથી નિકળતો ધગધગતો રસ ફરી વળવાથી તેની નીચે દટાઈ યે ગયાં હોય અથવા તો આગ્નેય ઉપાધિવડે કિંવા ભૂકવચની અંદરની ગતિને લીધે દબાઈ ને એવાંતો વિરુપ થઇ ગયાં હોય કે આપણે તેમને ઓળખી યે શકીએ નહિ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૨૦)

વનસ્પતિકોટિ.

કુદરતે આ જગતમાં વનસ્પતિને ગમે તેમ, કાંઈપણ ગોઠવણ વગર ભરી છે, એમ નથી. તેમ જ તેમનો એક બીજી સાથે કશો યે સંબંધ નથી, એમ પણ નથી. એક કંડિયામાં નાનાં છોકરાંના બધાં રમકડાં એકઠાં કરીને ભર્યા હોય તેમાં જેમ શેળભેળ અને ગોટાળો હોય છે. તેમ વનસ્પતિમાં નથી. તેમ વનસ્પતિમાં એક, બે, ત્રણ, એ આંકડા જેવી નિયમસર ગોઠવણ પણ નથી. તોપણ જુદી જુદી બાબતોમાં મળતી આવતી વનસ્પતિના જુદા જુદા જથા પાડેલા છે. કેટલીક એક માબાપનાં છોકરાં હોય નહિ, એટલી મળતી આવે છે. કેટલીક એક જ કુટુંબની પેઠે પિત્રાઇઓના જેટલી અને કેટલીક એક નાતની પેઠે મળતી આવે છે. આવા ઓછાવત્તા મળતાપણાને લઇને વનસ્પતિ કોટિના પ્રતિકોટિ, વર્ગ, કુળ, જાતિ, અંતર્જાતિ, વ્યક્તિપ્રકાર અને વ્યક્તિ એવા એવા વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે.

વનસ્પતિની પ્રતિકોટિ એટલે મુખ્ય સમુદાય બે છે. એક **अपुष्प** એટલે જેને ફુલ થતાં નથી તે અને બીજો **सपुष्प** એટલે જેને ફુલ આવે છે તે. તે બન્ને પ્રતિકોટિમાં આ મોટો તફાવત છે.

प्रतिकोटि. अपुष्प वनस्पति. Cryptogam.

આ જાતનિ વનસ્પતિને ફુલ થતાં નથી; અને બીજ પણ હોતાં નથી. પણ તેમના શરીરમાં જુદી જુદી જગાએ ઉત્પાદક પિંડ હોય છે. બીજમાં છોડનું પૂર્વરુપ હોય છે. પણ આવા પિંડમાં તે હોતું નથી. આ ઉત્પાદક પિંડ એક સાદો પિંડ જ હોય છે. વનસ્પતિમાંથી છુટો પડી તેમાંથી નવી વનસ્પતિ પેદા થાય છે.

એ પ્રતિકોટીની નીચે પ્રમાણે જુદી જુદી જાતિ હોય છે.

એલ્જી-ફુંગી:—આ વર્ગમાં ઝીણામાં ઝીણી અને સાદામાં સાદી વનસ્પતિ હોય છે. મીઠા પાણીમાં થતી કોન્ફર્વી,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ડેસ્મીડી, મશરુમ (બિલાડીના ટોપની જાત), લિચન અને કેટલાક દરીઆઇ છોડવાઓનો આ વર્ગમાં સમાવેશ થાય છે. આમાંની કેટલીક વનસ્પતિ પાણીમાંથી લાઇમકાર્બોનેટ ચૂસી લેઇ તે વડે પોતાનું પથ્થર જેવું આચ્છાદન બનાવે છે. જેમકે દરીઆઇ મલ્ટિપોર્સ. બીજી વળી પાણીમાંથી સિલિકા ચૂસી લઇ તેનું આચ્છાદન બનાવે છે. આવી વનસ્પતિ જાતે સખ્ત હોવાથી ફોસિલરુપે બહુ મળે છે. વળી કેટલીક મોટી દરીઆઇ વનસ્પતિની નરમ કાદવમાં અથવા રેતીમાં છાપ પડી રહે છે. ફુંગીનાં ફોસિલ બને એવો બહુ સંભવ ન છતાં કાર્બોનિફરસ પડોમાં તેમની નિશાનીઓ મળી આવે છે.

ચારાસીઈ.—આ મીઠાપાણીમાં થનારી વનસ્પતિ છે. આ વર્ગમાંની કેટલીક લાઇમકાર્બોનેટ લઇને પોતાના ઉપર પથ્થર જેવું આચ્છાદન બનાવે છે. આમ હોવાથી તેઓ ચૂર્ણપાષાણરુપે સરોવરના પાત્રમાં એકઠી થાય છે.

મ્યુસિનીઈઃ—(સેવાળનું કુટુંબ) લીલ, ફોસિલ તરીકે મળવાનો સંભવ નથી, છતાં કેટલીક જાતની લીલ પીટનાં પડ બંધાયાં હોય તેને તળીએથી મળે છે.

ફિલિસીસઃ—(ફર્નનું કુટુંબ) ફર્ન, કાળો હંસરાજ, ગૌરીના કેશ, સીતાના કેશ ઈત્યાદિ ફર્નોનો આ કુટુંબમાં સમાવેશ થાય છે. આ વનસ્પતિમાં એક દાંડો નિકળી તેના ઉપર તેના ઉત્પાદક પિંડ હોય છે. એમનાં અઙ્ગમાં ઘણો કઠણ ભાગ હોય છે, જે સહેલાઇથી કહોતો નથી; સબબ જુના ફોસિલવાળાં પડોમાં આવી વનસ્પતિની ઘણી એંધાણીઓ મળી આવે છે.

ઓફિયોગ્લોસિઈઃ—એડર્સટંગ. મુનવર્ટ જાતની વનસ્પતિ.

રિઝીકાર્પીઈઃ—પિપરવર્ટ જાતની વનસ્પતિ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઇક્વિસેટેસીઈઃ—હોર્સટેઈલ. આ વનસ્પતિમાં સિલિકાયુક્ત અને સાંધા સાંધાવાળું થડ હોય છે. એ જ્યારે કાદવ અગર માર્લમાં દટાઈ જાય છે, ત્યારે ઘણા લાંબા કાળ પર્યન્ત કહોતું નથી. પરિણામે જૂનાં રાતી રેતીનાં પડો, કાર્બોનિફરસ, અને પર્મિયન જેવાં જૂનાં પડોમાં તેઓ ફોસિલરુપે જળવાઇ રહે છે.

લિકોપોડિએસીઈઃ—કલબમોસ—આ વનસ્પતિની પાંદડાંવાળી ડાંખળીઓ અનુકુળ સંયોગોમાં મોટાં ઝાડ જેવી થાય છે. એ સરુ જાતનાં ઝાડ હોય નહિ તેમ ભૂલાવો ખવાય એવડી વધે છે. એમનાં બે ભાગ હોય એવાં થડ અને ફેલાવો પામેલી ડાળીઓ ઉપર ઉત્પાદક પિંડ હોય છે. એ સરુના અને ઓકનાં બી જેવી દેખાય છે. આ ઉત્પાદક પિંડ શિઘ્રજવાળાગ્રાહી હોય છે. આવા છૂટા પડેલા ઉત્પાદક પિંડો કાર્બોનિફરસ યુગનાં પડોમાં ફોસિલ રુપે ઘણા જડે છે. લિકોપોડિયમ અને સેલાજીનેલા એ આ કુટુંબનાં હોઇ એમનો વંશ ભૂગોળ પર હયાત છે.

પ્રતિકોટિ પુષ્પવાન.
નગ્નબીજ વનસ્પતિ.

આ વર્ગમાંની વનસ્પતિનું બીજ ગર્ભાશયમાં હોતું નથી, પણ ખુલ્લું જ હોય છે.

સિકેડીઈઃ—તાડ અને ફર્નના ઝાડને મળતા આવતા છોડવા. આ જાતમાં દાંડાની બન્ને બાજુએ થનારાં પાંદડાં ચામડા જેવાં અને સખ્ત હોય છે. એ પાંદડાં અને થડ વગેરે ફોસિલ રુપે મળી આવે છે. સિકાસ અને ઝિનિઆ આ વર્ગની વનસ્પતિ છે.

કોનિફેરીઃ—પાઇનના કુટુંબનાં ઝાડ. આમનાં કડક અને સખ્ત પાંદડાં અને સખ્ત બીજ ફોસિલ રુપે ઘણાં જડે છે. આ જાતિના લાકડાંમાં તેલ હોવાથી તે જલ્દી કહોતાં નથી, અને તેથી રફતે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રફતે પથ્થર રુપ ધારણ કરે છે. પીટનાં કલણોમાં પાઇનનાં ઘણાં થડ ફોસિલ રુપે મળી આવે છે. આ વનસ્પતિનાં નીચે કહેલાં કુટુંબોનાં ઘણાં ફોસિલો મળી આવે છે.

કયુપ્રેસિનીઈઃ—સૈપ્રસ (સરુ), જુનિપર.

એબિટિનીઈઃ–પાઇન, ફર.

પ્રોડોકાર્પીઈઃ–ન્યુઝિલાંડમાં થતું જાડા દળદાર થડવાળું અને માવાદાર ફળવાળું એક વૃક્ષ.

ટેક્સિનીઈઃ–યૂ નામનુ ઝાડ–માવાદાર ફળવાળું.

નેટેસીઈઃ—ગાંઠા ગાંઠવાળુ ફર, સાંધા સાંધાવાળાં થડવાળા નાના છોડ.

છાદિત બીજ વનસ્પતિ.

આ વર્ગની વનસ્પતિનાં બીજ ગર્ભાશયમાં થાય છે. એને દળવાન પણ કહે છે. એમાં બે વર્ગ છે, એકદળ અને દ્વિદળ.

એકદળ

આ વનસ્પતિનાં બી એકદળવાળાં હોય છે, જેવાં કે ઘઉં, બાજરી, જુવાર, મકાઈ, નારીએળ, વાંસ વગેરે. એનાં વાઢ થડની અંદરથી થાય છે, તે ઉપરથી એને અંતર્વર્ધિષ્ણુ કહે છે.

દ્વિદળ.

દ્વિદળનાં બીજ બે દળવાળાં હોય છે, જેવાં કે વાલ, ચણા, આંબો, આમલી વગેરે. દ્વિદળની વાઢ છાલની અંદરની અને થડની બહારની બાજુએથી થાય છે. દ્વિદળમાં થડની બહાર ચોતરફ કુંડાળું નવું થઇને તે વધે છે. આમ હોવાથી એને બહિર્વર્ધિષ્ણુ કહે છે આ જાતિમાં ઘણી યે ઉપયોગી અને ઉચ્ચ કોટિની વનસ્પતિનો સમાવેશ થાય છે. આપણાં ઘણાં ખરાં સામાન્ય ફુલ અને લાકડું તે આ જાતિમાં આવી જાય છે. એની જાતિ,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અંતર્જાતિ, વ્યકિતપ્રકાર અને વ્યકિત વગેરે એટલાં બધાં છે કે અહીં લખતાં તાગ આવે નહિ. માટે ભૂસ્તરવેત્તાને જેમના સંબંધી જ્ઞાન ખપમાં આવે એવાં તેનાં કેટલાંક કુટુંબોની નોંધ લીધી છે. બહુધા તેમનાં પાંદડાં અને બીજ ફોસિલ રુપે મળી આવે છે, અને તેમના ઉપરથી જ તેમનાં કુટુંબ અને જાતિ વગેરે નક્કી કરાય છે.

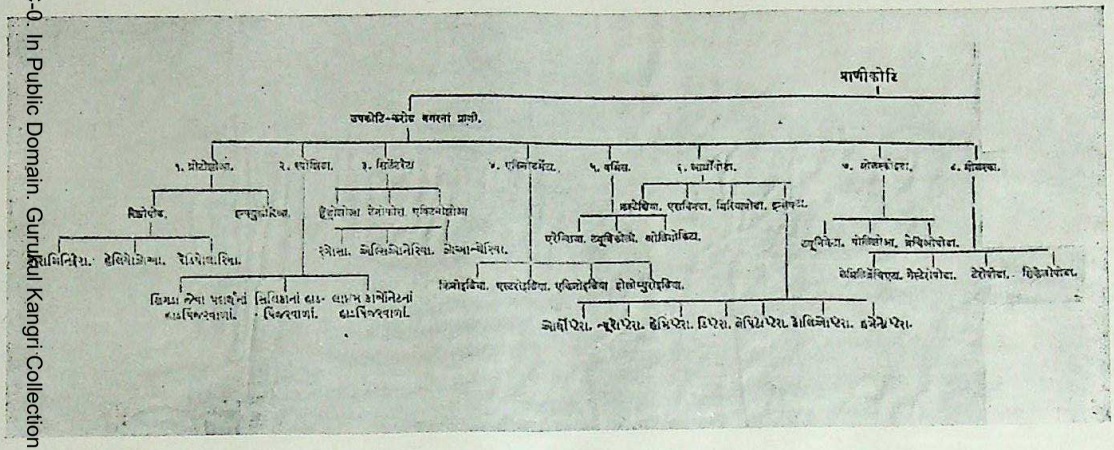
અર્ટિકેસીઇ.	જેસ્મીનિએસીઈ.	બ્રેસીકા.
અલ્મેરીસીઇ.	જેન્શીએનેસીઈ.	બિગ્નોનિએસીઈ.
એનોનેસીઈ.	જીરાનિએસીઈ.	બેલ્સામીનીઈ.
ઓલિએસીઈ.	નિલંબિએસીઈ.	મિરિસ્ટીકેસીઇ.
એરાલીએસીઈ.	નિપીએસીઈ.	મિરિકેસીઇ.
એમિગ્ડેલીઈ.	પ્લેટેનેસીઈ.	મર્ટેસિઇ.
કેનાબીનીઇ.	પેપેવરેસીઈ.	યૂફરબિએસીઇ.
કુસીફેરી.	પ્લેંટેજીનીઈ.	રેનન્કયૂલેસીઇ.
કોન્વોલ્યુલેસીઈ.	પ્રોટીએસીઇ.	રોઝોસીઇ.
કયુકરબીટેસીઇ.	પેપિલિઓનેસીઈ.	લેબીએસો.
કંપેન્યુલેસીઈ.	પોમીઈ.	વેલેરિએનેસીઇ.
કોમ્પોઝિટીઈ.	ફયૂમેરીએસીઈ.	સિનેપિસ.
કોર્નેસીઈ.	બેટયુલેસીઈ.	સેલિફ્રેજેસીઇ.
જગ્લેંડીઇ.	બર્બેરિડીઇ.	સોલેનેસીઈ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

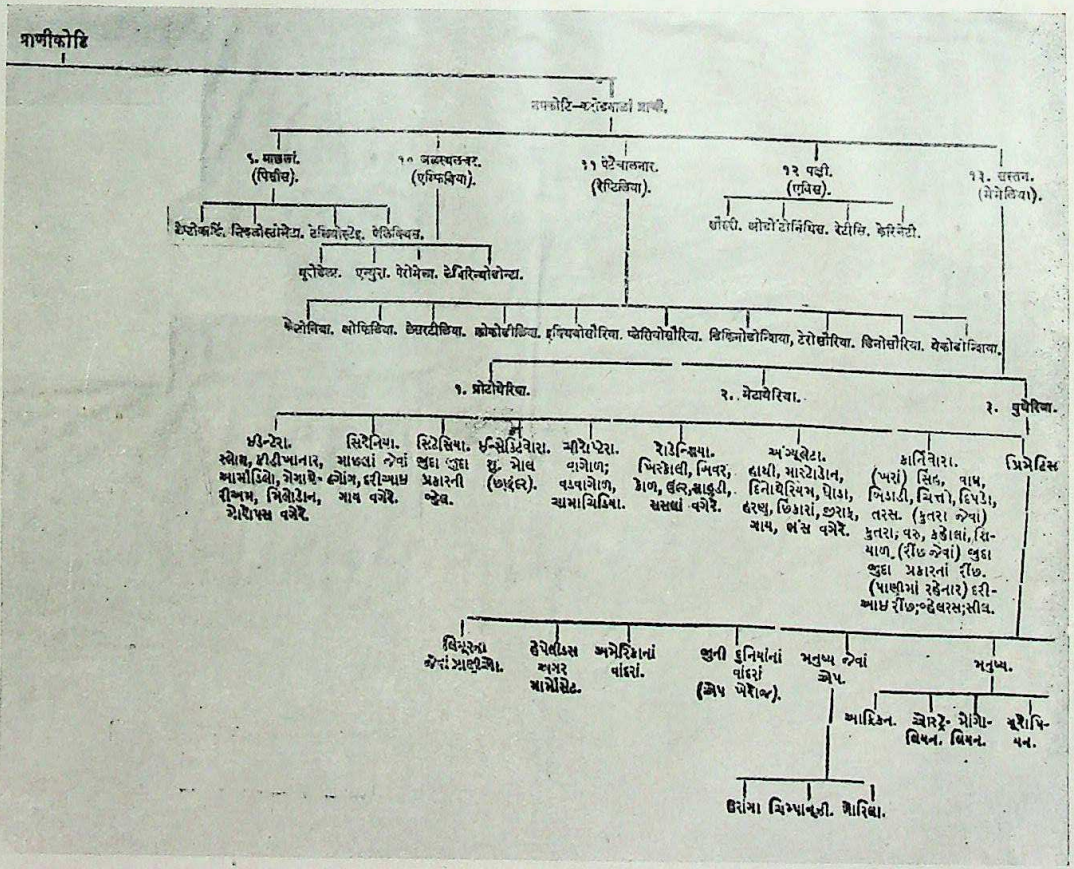
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



અ પ્રાણીકોટિ-કરોડવગરનાં પ્રાણી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૨૧)

प्राणी कोटि.

उपकोटि—करोड वगरनां प्राणी.

वर्ग. १ प्रोटोझोआः—

આ પ્રાણીઓની શરીર રચના બહુ જ સાદી હોઇ, તેઓ સામાન્યતઃ બહુ જ ઝીણાં હોય છે. એમનાં શરીર સરેસના પારદર્શક ટપકા જેવાં હોય છે. કેટલાંક પ્રાણીઓના શરીરમાંથી વેળુ જેવો પદાર્થ અને કેટલાંકના શરીરમાંથી ચૂર્ણકાર્બોનેટ નિકળી તેનાં ચૂનાના કાંટા કાંટા જેવા ટોચા અગર છીપો બને છે, જે વડે આ પ્રાણીઓનું રક્ષણ થાય છે. આવાં આચ્છાદનો વગેરે દટાઇને અશ્મીભૂત ફોસિલ બને છે.

उपवर्ग ૧. રિઝોપોડઃ—બહુધા ચૂનાનાં અગર સિલિકાનાં હાડપિંજરવાળાં પ્રાણીઓ. એમની ત્રણ જાણીતી જાતિયો છે.

૧. **ફોરામિનિફેરાઃ**—આમને બહુધા ચૂનાનું હાજપિંજર હોય છે, જેની અંદરનાં કાંણાઓમાંથી પાતળા પાતળા સરેસ જેવા તંતુઓ બહાર નિકળેલા હોય છે. સમુદ્ર તળીઆપર જામતો ઊઝ આવા જંતુઓનો જ બનેલો હોય છે. ચૂર્ણ પાષાણની બનાવટમાં એ જંતુઓ જ મુખ્ય હોય છે.

૨. **હેલિઓઝોઆઃ**—આ પ્રાણી મીઠા પાણીમાં ઉત્પન્ન થાય છે. કેટલીક વખત એમનાં શરીર સિલિકાનાં બનેલાં હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩. **રેડિયોલેરિયા**:–સિલિકાના હાડપિંજરવાળાં દરીઆઇ પ્રાણીઓ. એમના શરીરમાંથી ફણગા ફણગાની પેઠે સોયો નિકળેલી હોય છે. સમુદ્રના પાત્રમાંના ચાક જેવા કચરામાં આવાં કોટ્યાવધિ પ્રાણીઓ હોય છે.

ઉપવર્ગ ૨. ઇન્ફયુઝોરિયા:–મૂખ્યત્વે મીઠા પાણીમાં રહેતાં સૂક્ષ્મિક જંતુઓ. એઓનો ખાસ આકાર હોઈ તેમના ઉપર વેષ્ટન હોય છે. તેમને મુખ અને ગુદા એવા બે જ અવયવો હોય છે. જલદી સડી જાય એવા પદાર્થનાં બનેલ હોવાથી તેમના અશ્મીભૂત અવયવો મળ્યા જ નથી.

વર્ગ ૨. સ્પૉંજિડા:—વાદળી. ખસુસ કરીને દરીઆઇ વાદળી. એમનાં હાડપિંજર **સિલિકાવાળાં** અગર **ચૂનાવાળાં** હોય છે. સિલિકાવાળી વાદળીઓના શરીરમાંથી સિલિકાનો કાચ જેવો પદાર્થ નિકળે છે અને જાળી જાળી જેવો આકાર ગ્રહણ કરે છે. ચૂનાવાળીના શરીરમાંથી ચૂર્ણકાર્બોનેટ નિકળે છે, જેના એના અવયવો બને છે–કેટલીક વાદળી તારાની પેઠે છ ફાંટાવાળી અને કાચનાં જેવા દેખાવની હોય છે.

વર્ગ ૩. સિલેંટરેટા:––(ઝૂફાઇટ) બહાર અને અંદરની બાજુએ પડ જેવું હોઈ વચ્ચે શરીરનો ખાડો હોય છે એવાં અને મધ્યબિંદુમાંથી સરખાં કિરણોની પેઠે નિકળેલા ટોચાવાળાં પ્રાણીઓ:—

ઉપવર્ગ–૧. હૈડ્રોઝોઆ:–આ જાતિમાં મીઠા પાણીમાં થતાં હૈડ્રાનો પણ સમાવેશ થાય છે. બહુધા આ જાતનાં પ્રાણીઓના શેષભાગ અશ્મીભૂતરુપ ધારણ કરી શકતા નથી. પરન્તુ આ જાતનાં ગ્રેફટોલાઇટ નામનાં પ્રાણીઓ જુના સમયનાં પડોમાં ફોસિલ રૂપે ઘણાં પ્રાપ્ત થાય છે.

ઉપવર્ગ–૨. ટેનોફોરા:–ગોળ અગર નળાકાર–સરેસ જેવા પદાર્થની દેખાતી માછલીઓ વગેરે—

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

उपवर्ग–३. एक्टिनोझोआः—પરવાળાનાં જીવડાં. આ જીવડાનાં શરીરમાં ઉભા વિભાગો કર્યા હોય એવી રચના છે. કેટલાંકને શિંગડાં જેવા પદાર્થનું અગર ચૂર્ણકાર્બોનેટનુ હાડપિંજર હોય છે. સામાન્યતઃ એમની માંહેની બાજુ ચૂર્ણવાળા અસ્તરથી રક્ષિત હોય છે.

अ–रगोसा—આ જાતના પરવાળાનાં જિવડાં જુનામાં જુની જાત છે. એમના ખડબચડા શરીરમાં ચાર અગર ચારના ગુણાકારની સંખ્યામાં આડા વિભાગો હોય છે.

ब–એલ્સિનેરિયાઃ–આ જાતનાં જીવડાનું શરીર ચૂર્ણમય હોય છે. એને પિંછા જેવા આઠ તંતુઓ હોય છે.

क–ઝોઆન્થારિઆઃ—હાલનાં પરવાળાં બહુધા આ જાતિનાં હોય છે, અને તેમને છ અગર છના ગુણાકારની સંખ્યામાં તંતુઓ હોય છે.

वर्ग. ४. एकिनोडरमेटाः—સામાન્યતઃ આ જાતનાં પ્રાણીને પાંચ પાંચ નિયમિત ભાગ હોય છે. એમને સખ્ત પદાર્થના તંતુઓ હોઇ સજ્જડ બેસતી આવતી પત્રીઓનું વેષ્ટન હોય છે. આ બધું ચૂર્ણમય હોય છે.

उपवर्ग–१. क्रिनोइडः–આ પ્રાણીઓ ગોળ અગર પ્યાલા જેવાં હોય છે. તેમને સાંધાવાળા હાથ હોય છે, જે બહુધા ચૂર્ણમય દાંડા જોડે સંલગ્ન હોય છે. ક્રિનોઇડસની ઘણીખરી જાતિયોનું નિસ્સંતાન ગયું છે. હાલ પેન્ટાક્રિનસ, રિઝોક્રિનસ, બેથિક્રિનસ અને કોમેટયૂલા એ જાતિયો મોજુદ છે. નિસ્સંતાન ગએલી જાતિયો ટિસ્ટીડીન અને બેસ્ટોઇડિ, ક્રિનોઇડિને મળતી હોઇ પ્રાથમિક યુગનાં પડોમાંથી મળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

उपवर्ग–२. एस्टरोइडीआः–તારા જેવા આકારની માછલીઓ. આ પ્રાણીઓના અવયવો ફોસિલ તરીકે ખાસ સચવાય છે. તારાની પાંચ પાંખડીઓમાં ચૂર્ણમય પત્રીઓ થતી તે ઘણા ભૂસ્તર સમયોમાં ફોસિલરુપે મળી આવે છે.

उपवर्ग–३. एकिनोइडिआः–દરીઆઇ અર્ચિન–આ પ્રાણીઓ ગોળ, હૃદયના આકારનાં અને સ્હેજ ચપટાં હોય છે. એને ચોતરફ વળી શકે નહિ એવા, ચૂર્ણમય કાંટા કાંટા હોય છે. એની વચમાં આ પ્રાણી શંખલાંની પેઠે રહે છે. આ પ્રાણીના શરીરના મૂખ્ય ભાગમાંથી વળી શકે એવા તંતુઓ નિકળ્યા હોય છે. વળી ચપટાં થએલાં, ઢાલ અગર હૃદયના આકારનાં પણ બીજી જાતનાં એકિનોઇડિઆ થાય છે.

उपवर्ग–४. होलोथ्युरोइडीआः–આ પ્રાણીઓ કીડા જેવાં લાંબાં હોય છે. એમનું શરીર ચામડા જેવું હોઇ એનાં ભિંગડાં, પાંસળીઓ વગેરે અવયવોમાં ઝરપેલો ચૂર્ણમય પદાર્થ ભર્યો હોય છે. કાર્બોનિફરસયુગનાં પડોમાં આ પદાર્થો ફોસિલ રુપે પૂષ્કળ મળે છે. એમના શિવાય એ યુગમાં બીજા કોઇ એકિનોડર્મનાં ચિન્હ જણાતાં નથી.

वर्ग–५. वर्मिस—જુદી જુદી જાતિના કીડાઓનો આ વર્ગમાં સમાવેશ થાય છે. એમનાં શરીર જલ્દી કહોઈ જાય એવાં અને અસ્થિ વગરનાં હોવાથી તેમના અસ્તિત્વનાં ચિન્હ રહ્યાં નથી. આ વર્ગના ઘણાંખરાં પ્રાણીઓ તો બીજા પ્રાણીઓનાં શરીર, આંતરડાં વગેરેમાં વસતાં. માત્ર સાંધા સાંધાવાળા એનેલાઇડીસ ભૂસ્તરના અભ્યાસીના પરિચયમાં આવે એમ છે.

उपवर्ग–१. एरेन्शियाः–આ જાતિનાં પ્રાણીઓ સમુદ્રમાં થતા કીડાઓના પૂર્વજો રુપ છે. એમના શરીરમાં માત્ર તેમનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જડખૂં જ સખ્ત થયું હોય છે કે જે કહોયા વગર ટકી રહે. અને એમના જડબાના અવશેષ ઘણા પ્રાપ્ત થાય છે. આ જાતિના ઘણા જીવડા કિનારા ઉપર અને કાદવમાં પેટે ચાલતા હોવાથી તેમના ચાલવા વડે થતા લિંટા થયા હોય છે, તેઓમાં બીજો કચરો વગેરે જામી જઇને ફોસિલ બની ગએલા રુપમાં સંપાદન થાય છે.

उपवर्ग–२. ટ્યુબ્રિકોલીઃ–આ જાતિનાં પ્રાણી નળીઓમાં રહેતાં. આ નળીઓનાં ફોસિલ ઘણાં મળે છે, જેને સર્પ્યૂલા કહે છે.

उपवर्ग–३. ओलिगोचिटाः–જમીનમાં ખોદાણ કરીને અગર પાણીમાં રહેનાર જાતિ. આ જીવડાઓ, ખસુસે કરીને અળસિયાં, માટીના ઝીણા રજકણો પૃષ્ટ ઉપર બહાર આણે છે.

वर्ग ६. आर्थोपोडाः–(સાંધાસાંધાવાળાં)–આ જાતિના પ્રાણીઓનાં શરીરને વળગેલાં પાંખડાં જેવા અવયવો હોવાથી કીડા કરતાં જુદાં જણાય છે. આ અવયવો તેમને ચાલવામાં મદદદાયક થાય છે. આ જીવડાઓની ચિટિનવાળી ચામડી તેના ઉપર ચૂનાવાળા પદાર્થ આવવાથી બહુ જ સખ્ત બને છે. આમના ચાર ઉપવર્ગો છેઃ–

उपवर्ग–१. क्रुस्टेशियाः–આ સપટલ પ્રાણીઓ બહુધા પાણીમાં રહેનાર હોઇ, તેમને આગલા ભાગમાં બે જોડી હાથ જેવા અવયવ હોય છે. **ફીલોપોડ** નામનાં પ્રાણીઓની જાતિ આ ઉપવર્ગમાં આવે છે. એ જાતિમાં ચપટી થએલી બે છીપવાળાં પ્રાણી થતાં. ફીલોપોડસનાં ફોસિલો બહુ પ્રાપ્ત થાય છે. ઓસ્ટ્રાપોડ નામની બીજી જાતિનાં પ્રાણીને સાત જોડી હાથ જેવા અવયવ થતા. એમ્ફીપોડસ, આઇસોપોડસ, ડેકાપોડસ, વગેરે ઘણાનો સમાવેશ આ ઉપવર્ગમાં થાય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. નિસ્સંતાન થયેલું યુરિપ્ટેરિડા પ્રાણી કોર્બોનિફરસ યુગથી હસ્તીમાં આવ્યું હતું. બીજી નિસ્સંતાન જાતિનાં પ્રાણીઓ તે ત્રિલોબાઇટ છે જે પ્રાથમિકયુગમાં બહુ થતાં.

उपवर्ग–२. एराक्नेडाः–હવાનો શ્વાસ લેનારા એન્થ્રોપોડસ. આ ઉપવર્ગનાં પ્રાણીને બે જોડ જડબાં અને ચાર જોડ પગ હોય છે. આ જાતમાં કરોળીઆ, વિંછી, તમરાં, કરચલાં વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. આ પ્રાણીઓની ચામડી બહુ સખ્ત હોવાથી તેમનાં ફોસિલો ઘણાં મળી આવે છે. વિંછીના એક પૂર્વજ પેલિઆફિનસનાં ફોસિલો છેક ઉપલ્યા સિલૂરિયન સમયમાં મળી આવ્યાં છે.

उपवर्ग–३. मिरियोपोडसः—આ જાતિમાં કાનખજુરા અને એવાં પ્રાણીઓનો સમાવેશ થાય છે. આ જાત પોતે મારેલાં જનાવરો જ ખાઈને જીવે છે. એની કેટલીક જાતિયો વનસ્પતિ ખાનારી પણ છે. કેટલીક મરેલાં જનાવરો ભક્ષ કરીને રહે છે.

उपवर्ग–४. इन्सेक्टाः—આ ઉપવર્ગની નીચે જણાવેલી જાતિયો ઇતિહાસમાં જાણીતી છેઃ—

૧. ઓર્થોપ્ટેરાઃ–આમને નાનીમોટી બે જોડી પાંખો હોય છે. તીડ, વાણીઆ, મે ફલાઇ, ડ્રેગોન ફલાઇ, વગેરેનો આ જાતિમાં સમાવેશ થાય છે.

૨. ન્યૂરોપ્ટેરાઃ—આમની પાંખોમાં જ્ઞાનતંતુઓ જાળીની પેઠે પથરાયલાં હોય છે. માંખીનો સિંહ નામની મોટી માખી.

૩. હેમિપ્ટેરાઃ–જૂ વગેરે આ જાતિમાં આવે છે.

૪. ડિપ્ટેરાઃ–આ જાતને કાચના જેવી પારદર્શક પાંખો હોય છે. સામાન્ય માખી, મચ્છર વગેરે આ ઉપવર્ગનાં છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૫. **લેપિડોપ્ટેરાઃ**–બટરફ્લાઈ, પતંગીઉં.

૬. **કોલિઓપ્ટેરાઃ**–વંદાની જુદી જુદી જાતિયોનો આમાં સમાવેશ થાય છે.

૭. **હિમેનોપ્ટેરાઃ**–આમને ચાર પાંખ હોઇ તેમાં થોડાં જ્ઞાનતંતુઓ હોય છે. પાંખવાળી કીડીઓ, ભમરા, મધમાખીઓ વિગેરે આ ઉપવર્ગનાં છે.

વર્ગ ૭ મોલસ્કોઈંડાઃ–ટ્યૂનિકોરિઆ, પોલિઝોઆ અને બ્રેચીઓપોડા આ વર્ગમાં આવે છે.–

ઉપવર્ગ–૧. ટ્યુનિકેટાઃ—દરીઆઇ સ્કર્ટ–(પિચકારી) નામના ચામડીનાં જ બનેલાં પ્રાણી. એમનામાં દરીઆના પાણીમાંથી લાઇમિકાર્બોનેટ ચુશી લેવાની શક્તિ હોય છે; છતાં તેમના શરીરનો કોઈ ભાગ સખ્ત હોતો નથી. માત્ર ચામડી જેવાં હોઇ આમનાં ફોસિલ મળતાં નથી.

ઉપવર્ગ–૨. પોલિઝોઆઃ—દરીઆઈ સાદડી, દરીઆઇ શેવાળ. આ પ્રાણીઓ સંયૂક્ત હોય છે. બહુધા તેઓ બીજા પદાર્થને અવલંબીને રહે છે, અને છોડવા હોય નહિ એવા દેખાય છે. તેમનાં ચૂનાવાળાં સંસ્થાનોનાં સંસ્થાનો ફોસિલ રુપે પ્રાપ્ત થાય છે. ફ્લસ્ટ્રા નામનાં પોલિઝોઆ દરીઆઇ છોડ, મરેલાં શંખલાં વગેરે ઉપર બાઝેલાં મળી આવે છે. આની ઘણીખરી જાતો દુનીઆમાંથી નાબુદ થઇ છે. ફેનેસ્ટેલા, પોલિપોરા, રેટેપોરા, ગ્લૌકોનોમી, હિપોથોઆ, હિટિરોપોરા, અને ફેસિકયૂલેરિયા વિશેષ જાણવા લાયક જાતિયો છે.

ઉપવર્ગ–૩. બ્રેચિઓપોડાઃ–માંસરુપી પ્રાણીઓ. આમને ચૂર્ણમય અગર શિંગડા જેવા પદાર્થની એક આગળ અને એક પાછળ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એમ બે છીપો હોય છે. મોંની પાસેથી બે મોટા હાથ જેવા લાંબા રેસા હોય છે, તે ઉપરથી એમનું આ નામ પડયું છે. એ હાથ વડે એઓ પાણીમાં ગતિ ઉત્પન્ન કરે છે, જેથી પાણી એમની છીપોમાં આવે અને સાથે સાથે આવેલાં ઝીણાં જંતુઓનુ એ ભક્ષણ કરે. એમની બે જાતિયો છે. એકમાં એમની બે છીપો છૂટી છૂટી હોય છે. અને બીજામાં એ છીપો મીજાગરાથી જોડી હોય એવી દાંતાદાંતાવાળી હોય છે. ભૂસ્તરના પ્રાથમિક યુગમાં બ્રેચીયોપોડસની ઘણી જ જાતિયો હતી. હાલ માત્ર ગણીગાંઠી જ હયાત છે. એમની છીપો જોકે લગભગ સરખી હોય છે, પણ પાછલી કરતાં આગલી સ્હેજ મોટી હોય છે. અને એને ચાંચ જેવું હોય છે જે વડે એ બીજા પદાર્થને ચોંટી રહે છે.

આ ઉપવર્ગનાં ટેરેબ્રેટયૂલા હાલ પણ હયાત છે. સ્ટ્રિંગોસિફેલર (ડેવોનિય સમયનું), થીસિડિયમ (ટ્રિઆસથી માંડીને હાલસુધી છે), સ્પિરિફેરા (મુખ્યત્વે પ્રાથમિક યુગમાં હતાં), એટ્રિપા (પ્રાથમિક યુગમાં હતાં), રિંકોનેલા (નિચલા સીલુરિયનથી હાલ સુધી છે), પેન્ટામિરસ (સિલુરીયન), ઓર્થિસ સ્ટોફોમેના અને પ્રોડોકટસ (પ્રાથમિકયુગ), લેપ્ટિના (પ્રાથમિકયુગથી લિઆસ સુધી હતાં) ક્રેનિયા, ડિસીના, લિગ્યૂલા (પ્રાથમિક યુગથી તે અદ્યાપિ-પર્યન્ત છે).

વર્ગ-૮ મોલસ્કા:-આ વર્ગનાં પ્રાણીઓ નરમ માંસરુપી શરીરવાળાં, અને તેમનાં શરીર સ્નાયુઓ જેવા માંસના આચ્છાદનથી વેષ્ટિત હોઈ આખા શરીર ઉપર મજબુત ચૂર્ણમય વેસ્ટનવાળાં હોય છે. એઓ જ્યારે દટાઇ જાય છે ત્યારે આ ચૂર્ણમય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આચ્છાદનો ફોસિલ તરીકે કાયમ રહે છે. દરીઆમાં તેમ જ જમીન ઉપરના પાણીમાં આવાં પ્રાણીઓ પુષ્કળ થતાં હોવાથી તેમનાં ફોસિલો બહુ અગત્યનાં છે. આ જાતિનાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલો દરીઆઇ પડોને અંગે ઘણી ઘણી બાબતોનું સૂચન કરતાં હોવાથી ફોસિલો તરીકે બહુ જ ઉપયોગી છે. તે વડે જુદાં જુદાં પડોની સરખામણી સારી કરી શકાય છે. નીચે જણાવેલા તેમના જાણીતા ઉપવર્ગો છે.

उपवर्ग–१. लेमेलिब्रेंचिएटः—

કોકલ, મસલ અને કાળુ માછલીની જાતનાં બે છીપ વાળાં માંસરુપી પ્રાણીઓ. એમની છીપો એમના શરીરની ડાબી અને જમણી બાજુએ આવેલી હોય છે. નીચે લખેલી તેમની જાણીતી જાતિયો છે.

૧. **ઓસ્ટ્રેઇડી**—કાળુ માછલી=ઓસ્ટ્રીઆ, એનોમિયા, પેકટેન, લીમા, પ્લિકેટયૂલા, એકસોજીમા અને એવિકયૂલોપેકટન એ એની ઉપજાતિયો છે.

૨. **એવિકયૂલિડીઇઃ**—એવિકયૂલા, પર્ના, પીન્ના, એ એની જાણીતી ઉપજાતિયો છે.

૩. **મિટિલિડીઇ**—મસેલ, મોડિઓલા, લિથોડોમસ, ડ્રેઇસેના.

૪. **આર્કેડીઃ**—આર્કા, કયૂકલિયા, પેકટનકયૂમલ, નુકયૂલા, લીડા.

૫. **ટ્રિગોનિએડીઃ**–ટ્રિગોનિયા, મિયોફોરિયા,

૬. **યૂનિયનીડીઃ**–યૂનિયા, એનોડોન.

૭. **ચેમીડીઇઃ**–ચેમા.

૮. **કાર્ડિએટીઃ**–કાર્ડિટા.

૯. **ટેલિનીડીઃ**–ટેલિના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૦. મિઆસીડી:—મીઆક્ર, કોર્ડ્યૂલા, પેનોપિયા.
૧૧. એનાટિનીડી:—એનાટીના, મિઆસીટીસ. એડમોણ્ડીઆ.
૧૨. ગેસ્સ્ટ્રોચિનીડીઈ:—સેક્ષીકેવા.
૧૩. ટ્રિડેકનીડી.
૧૪. લ્યૂસિનીડી.
૧૫. સૅકલેડીડી.
૧૬. સૈદ્રિનીડી.
૧૭. વેનેરીડી.
૧૮. મેકટ્રીડી.
૧૯. સોલેનીડી.
૨૦. ફોલેડીડી.

ઉપવર્ગ-૨. ગેસ્ટ્રોપોડ—ગોકળગાય અને એવાં પ્રાણીઓ. પેટની નીચે પગ જેવું જાડું પડ હોય છે જેના વડે એ ચાલે છે તે ઉપરથી આ નામ પડયું છે. એમને એક જ શંખલું હોય છે અને તેનાથી એમનુ રક્ષણ થાય છે. આ શંખલું બહુધા આમળા આમળાવાળું શંકુ આકારે હોય છે. ગ્રેસ્ટ્રોપોડસમાં એક જાત માંસભક્ષી હોય છે. તેમના શરીરમાં એક નળી હોય છે. એમાંનું પાણી કાઢી નાંખે એટલે બીજું પાણી એમાં ભરાઇ જાય; નવા આવેલા પાણીમાં ખેંચાઇ આવનાર જંતુઓ ઉપર એમનો નિર્વાહ છે. આ જાતિ બધી સમુદ્રવાસી છે.

નીચે જણાવેલી જાતિયોનો એમાં સમાવેશ થાય છે, સ્ટ્રોમ્બસ, રોસ્ટેલેરિયા, પિરુલિયા, ફુસસ, પર્પુરા, વોલ્યૂટા, મિટ્રા અને સિપ્રિયા.

આ ઉપવર્ગની બીજી જાતિ છે જે વનસ્પતિ ઉપર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નિર્વાહ કરે છે. એમના શરીરમાં શ્વાસ વડે પાણી ખેંચી લેવાની ગોઠવણ હતી નહિ.

એ જાતિની કેટલીક જાણીતી ઉપજાતિયો નીચે મુજબ છેઃ–

નેટીકા, સેરિથિયમ, ટયૂરિટેલા, પેલ્યુડિના, નેરીટા, ટર્બો, યૂમ્ફેલસ, મર્ચિસોનિયા, કેલિપ્ટેરિયા.

હવાનો શ્વાસ લેનારાં ગેસ્ટ્રોપોડસમાં જમીન ઉપર થતી ગોકળગાય અને બીજાં શંખલાં વગેરે આવી જાય છે. બહુધા એમને પહોળા પગ જેવી ગોઠવણ હોય છે. આમનાં શંખલાં આમળાવાળાં હોય છે.

એમની જાણીતી ઉપજાતિયોઃ—હેલિક્ષ, વિટ્રિના, સકસિનિયા, પ્યૂપા, સૈકલોસ્ટોમા, અને સૈકલોફોરસ. ગેસ્ટ્રોપોડનો હિટિરોપોડ નામનો ગણ ખૂલ્લા દરીઆમાં રહે છે. એમનો નીચેનો ભાગ માછલીની ચુઇના જેવી પૂંછડી જેવો અને છાતી આગળ બીજી ચૂઇ હોવાથી તેઓ દરીઆમાં તરે છે. તેમની હયાત જાતિયો નીચે મુજબ છેઃ–

ફિરોલા, કેરીનેરિયા, એટલેંટા વગેરે છે. તેમની નિકંદન ગએલી જાતમાં બેલેરોફોન, મેકલ્યુરીઆ, અને ઓફિલેટા મુખ્ય છે.

उपवर्ग–૩. ટેરોપોડ—ખૂલ્લા દરીઆમાં તરનારો આ એક માંસરુપી પ્રાણીનો નાનો ઉપવર્ગ છે. તેઓ બધાં નાના કદનાં છે. પણ તેમની નાશ પામેલી જાતો મોટા કદની હતી. હયાત પ્રાણીઓનાં શંખલાં કાચ જેવાં પાતળાં અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચકચકિત હોય છે. પરન્તુ કેટલાંક ફોસિલ મળી આવ્યાં છે જેમાં આ શંખલાં જાડાં યે જણાય છે. હૈઓલિથિસ, ટેન્ટાકયૂલૈટીસ, અને કોન્યુલેરિયા એ આની જાણીતી જાતિયો છે. એઓ પ્રાથમિક રોકોમાં મળી આવે છે.

उपवर्ग–४. सिफेलोपोड–કટલ માછલી, સ્કવીડ અને પર્લિનોટિલીસ એ જાતિયો આ ઉપવર્ગમાં આવે છે. માંસરુપી પ્રાણીઓમાં આ સૌથી શ્રેષ્ટ ઉપવર્ગ છે. ખાસ એમનાં મોંની આજુબાજુ માંસના લોચાના બનેલા હાથ હોય છે. તેમને પીંછા જેવી ચૂઇ હોય છે, જે વડે એઓ સ્વાસ લેછે. આ જાતનાં હયાત પ્રાણીઓમાં બહારનું આચ્છાદન હોતું નથી, પણ વળી પર્લિનોટિલસ અને પેપરનોટિલસને એવું આચ્છાદન હોય છે પણ ખરું. કેટલીક જાતિયોના શરીરમાં શિંગડા જેવા પદાર્થનું અગર ચૂનાના થોડા મિશ્રણવાળું લાંબું હાડકું હોય છે. એમનાં જડબાં શિંગડા જેવા પદાર્થનાં અગર ચૂનાના મિશ્રણવાળા પદાર્થનાં અને પોપટની ચાંચ જેવાં મજબૂત હોય છે. આ સખ્ત ભાગો જ ફોસિલ તરીકે મળી આવે છે.

વર્તમાન સમયમાં મળી આવે છે તેના કરતાં આ સિફેલોપોડસ પ્રાથમિક સમયમાં ઘણાં જ મળી આવતાં, અને તેમને બહારના સખ્ત આચ્છાદન હોવાને લીધે તેમનાં ફોસિલો ઘણાં મળી આવે છે. ભૂસ્તરના ઇતિહાસના પ્રથમના સમયના દરીઆમાં આ સિફેલોપોડસ બહુ આગળ પડતાં હતાં.

સિફેલોપોડના તેમની સ્વાસ લેવાની ચૂઇની સંખ્યા ઉપરથી '**બે ચૂઇવાળાં**' અને '**ચાર ચૂઇવાળાં**' એવા વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બે ચૂઈવાળા વિભાગમાં, પેપરનોટિલસ, ઓકટોપસ, સ્પાઇરુલા વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. પણ બેલેમ્નાઇટીસ કુટુંબો જે જ્યૂરાસ અને ક્રિટેશિયસ સમયમાં ઘણાં જ હતાં તેમાંનું બીજા યુગના અંતમાં નિકંદન ગયું છે.

ચાર ચૂઈવાળા વિભાગના પ્રાણીઓના શરીર પર ખાના ખાનાવાળું શંખલું હોય છે. આ પ્રાણીઓ પ્રાથમિક અને મધ્યજીવમયયુગમાં ઘણાં જ થતાં. હાલ ઘણાંખરાંનું નિકંદન ગયું છે. એમાંનાં કેટલાંક શંખલાં તદ્દન સીધાં હોય છે, જેવાં કે ઓર્થોસિરાઝ; પણ આ સિધાં શંખલામાં ફેરફાર થઇને જુદા જુદા વ્યક્તિ પ્રકારમાં તે વાંકવાળાં થતાં જઇ, આખરે એમોનૈટિસ પ્રાણીઓમાં તો ચપટા ગુંછળા જેવાં થઇ ગયાં હોય છે.

બહુ અગત્યની જાતિયોમાં આ ઉપવર્ગનું નોટિલસ જ માત્ર હયાત છે. નોટિલસનાં ફોસીલ પ્રાથમિકયુગમાં પણ મળે છે, જેવાં કે લિટયુઇટીસ, કિલમેનિયા, ઓર્થોસિરાસ, ફ્રેગ્મોસિરાસ, ક્રિટોસિરાસ, એમોનૈટિસ, ટોનિયેટાઇટીસ, સીરેટાઇટીસ, ક્રિઓસિરાસ. ટોક્ષોસિરાસ, એન્સિલોસીરાસ, સ્કેફાઇટીસ, ટયૂરિલૈટીસ, હેમૈટીસ, બેકયુલૈટીસ વગેરે.

(૨૨)

प्राणीकोटी (ચાલુ)

उपकोटि–२ करोडवाळां प्राणी.

વર્ગ ૯. માછલીઓ—આ વર્ગના ચાર ઉપવર્ગ છે. માછલીના શરીરમાંના હાડકાં કે એવા સખ્ત ભાગ હોય તે જ માત્ર ફોસિલ તરીકે મળી આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

उपवर्ग–૧. લેપ્ટોકાર્ડિઃ––આ જાતનાં પ્રાણીઓને મગજ, હૃદય, પાંસળાં કે જડબાં કશું હોતું નથી. આ પ્રાણીઓ એટલાં નીચી પંક્તિને છે કે એમને કેટલાક વિદ્વાનો તો કરોડવાળા પ્રાણીઓના વર્ગમાં મૂકવા સામે યે વાંધો લે છે.

उपवर्ग–૨. સૈક્લોસ્ટોમેટાઃ––આ જાતનાં પ્રાણીઓનાં હાડપિંજર મૃદુઅસ્થિ, કાર્ટિલેજનાં બન્યાં હોય છે, અને એમના માથાની ખોપરી શરીરથી ભિન્ન હોતી નથી. તેમ જ એમને ખરેખરાં જડબાં અથવા પાંસળીઓ હોતી નથી. કેટલાક કુટુંબોના મોંમાં શિંગડા જેવા પદાર્થના બનેલા દાંત હોય છે.

વર્તમાન સમયની લેમ્પ્રો અને હોગફીસ જાતની માછલીઓ આ ઉપવર્ગની છે. ભૂસ્તર વિદ્યાની પરિભાષામાં જે આસ્મીભૂત પદાર્થને "કોનોડોન્ટ" કહે છે તે સૈક્લોસ્ટોમાના દાંત જ છે.કોનોડોન્ટ સિલૂરિયન પડોમાં પ્રાપ્ત થાય છે.

उपवर्ग-૩. ટેલૅઓસ્ટેઇઃ––વર્તમાન સમયની ઘણી ખરી માછલીઓ આ ઉપવર્ગની છે. તેમનાં હાડપિંજર હાડકાનાં બનેલાં છે. એમની કરોડ બન્ને બાજુથી અંતર્ગોળ ઉંડા અને શંકુ આકારના ખાડા ખાડાવાળા મણકાની બનેલી હોય છે. ઘણી ખરી જાતોને દાંત હોય છે. એમના દાંત છૂટા છૂટા અને અણીદાર હોય છે. એમનાં શરીર ઉપર એક ઉપર એક આવી જતાં ભિંગડાં હોય છે. કેટલીક જાતોના શરીર ઉપર ખરા હાડકાંનાં આચ્છાદન હોય છે.

પર્ચ, મ્યુલેટ, સોર્ડફીશ, સનફીશ, મેકરેવ, ટયૂની, કોડ, વાઇટીંગ, હેડોક, ફ્લેટફીશ, કાર્પ, પાઈક, સામન, ટ્રાઉટ, અને હેરિંગ એવા ઘણા પ્રકારની માછલીઓ આ જાતિમાં આવે છે.

उपवर्ग–૪. પેલિક્ઘીસઃ—આ જાતિમાં એલાસ્મોબ્રેંચિસ;

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચિમિરોઈડ, અને ગેનોઈડ એવી ત્રણ પેટા જાતિયો છે.

૧. એલાસ્મોબ્રેંચિસઃ--એમના શરીર મૃદુઅસ્થિના હાડપિંજર વાળાં છે. ચામડી વાળ વગરની અને ભિંગડા વગરની હોય છે. પરંતુ એમના શરીર ઉપર ઝીણી ઝીણી ઉપસેલી ફોલ્લીઓ જેવું હોય છે, જે કાર્બોનેટઓફલાઇમ, જે એના શરીરમાંથી દ્રવે છે, તેના વડે સખ્ત થઇ જઇ, દાંતા દાંતા જેવું રુપ ધારણ કરે છે. આ ચૂર્ણમયપદાર્થ ક્વચિત ક્વચિત પાંસળીઓની જગાએ પતરાં પતરાંનુ રુપ પણ ધારણ કરે છે અને સામાન્યતઃ કરોડનુ રુપ ધારણ કરે છે. આ કરોડ એની પીઠ આગળની ચૂઇની પાસેથી શરુ થાય છે. શાર્ક અને રે જાતની માછલી આ પેટા જાતિની છે.

૨. ચિમેરોઈડઃ–વર્ત્તમાન સમયની ચિમિરા અને ફોસિલ તરીકે મળતી, રિકોડસ, ઇક્રિઓડસ, ઇડાફોડો આ પેટા જાતિની માછલીઓ છે. (ક્રિટેસિયસ અને ઇઓસિન સમયની).

૩. ગેનોઇડસઃ—આ જાતની માછલીઓનાં હાડપિંજર કુમળા અસ્થિના અગર હાડકાનાં હોય છે. બહુધા તેઓના અંગ ઉપર ભિંગડાં ભિંગડાં અગર પતરાં પતરાં જેવું હાડકાનું આચ્છાદન હોય છે. આ ભિંગડાં સ્હેજ અણિયાળાં હોઈ કાર્બોનેટઓફલાઇમના ઝરપવાથી સખ્ત બની ગએલાં હોય છે. વર્ત્તમાન સમયમાં આ જાતિ અદૃશ્ય થઈ ગએલી છે–માત્ર થોડાં ગણ્યાંગાંઠ્યાં કુટુંબો જ હસ્તિ ધરાવે છે; પણ જૂના કાળમાં ભૂગોળના કરોડવાળાં પ્રાણીઓમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવી માછલીઓ–અગ્રગણ્ય હતી. એમના સખ્ત આચ્છાદનના યોગે તેમનાં ફોસિલ સારાં જળવાયાં છે. લગભગ એમની આઠ ઉપજાતિ જણાઇ આવે છે.

ઉપજાતિ--પ્લેકોડર્મ–એનુ નિસ્સંતાન ગયું છે. પણ સ્ટેફાસ્પીસ, સિફાલેપ્સીસ, કોકોસ્ટીઅસ અને બીજી કેટલીક પ્રથમયુગની જાતોનાં ફોસિલો પ્રાપ્ત થાય છે.

ઉપજાતિ--એકેન્થોડિઅનઃ–એનો વંશ પણ ગયો છે. ફોસિલ તરીકે એકેન્થસ અને ચિરાકેન્થસ મળી આવે છે.

ઉપજાતિ--ડિપ્નોઈઃ–એમેઝોન નદીમાં વર્ત્તમાન સમયમાં થતી લેપિડોસિરેન અને ક્વિન્સલેંડની નદીઓમાં થતી સિરેટોડસ આ જાતની છે. જૂનારાતીરેતીનાપાષાણયુગમાં મળતાં ડિપ્ટેરસ, ફેનેરોપ્લ્યુરોનનાં ફોસિલ આ જાતનાં છે.

ઉપજાતિ--કોન્ડ્રોસ્ટીઅસ–વર્ત્તમાન સ્ટરજીઅન માછલી આ જાતની છે. પર્મિયનની પેલિઓનિસ્કસ, અને લિઆસની કોંડ્રોસ્ટિઅસનાં ફોસિલ પણ આ જાતનાં જ છે.

ઉપજાતિ--પોલિપ્ટેરોઇડિયનઃ--નાઇલ નદીમાં થતી વર્ત્તમાન સમયની પોલિપ્ટીરસ આ જાતની છે. પ્રાથમિકયુગનાં ડિપ્લોટિરસ, મેગેલિકથીસ, ઓસ્ટીઓલેપ્સીઅ એ ફોસિલો આ જાતનાં છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપજાતિ-પીકનોડોન્ટોઇડીન્સઃ-આ ઉપજાતિનું નિસ્સંતાન ગયું છે. મધ્યજીવમયયુગમાં મળતી પ્લૂરોલેપ્સિસ, જાઇરોડસ, પિકનોડસ, આ જ જાતિની છે.

ઉપજાતિ-લેપિડોસ્ટીનઃ-ઉત્તર અમેરિકાની વર્ત્તમાન સમયની ગારપાઇક જાતની માછલીનો આ ઉપજાતિમાં સમાવેશ થાય છે. પ્રાથમિક અને મધ્યજીવમયયુગમાં ઘણી ઉપજાતિયોનાં ફોસિલો મળે છે.

ઉપજાતિ-એમિયોડીઅનઃ—વર્ત્તમાન સમયમાં કાદવમાં રહેનારી માછલી એમિયા આ જાતિની હોઇ યુનૈટેડસ્ટેટસમાં હયાત છે. મધ્યજીવમયયુગ અને ત્રીજા યુગમાં આમની ઘણી ઉપજાતિયોનાં ફોસિલો મળે છે.

વર્ગ ૧૦. જળસ્થળચરઃ-ન્યૂટ (પાણીમાં રહેનાર નાની ગરોળી), દેડકાં, સાલામેણ્ડર (ગરોળી જેવું પ્રાણી) એમના ચાર ઉપવર્ગ પાડેલા છે.

ઉપવર્ગ-૧. યૂરોડેલાઃ—પૂંછડીવાળાં જળસ્થળચર પ્રાણીઓ. એમનાં શરીર બહુધા લાંબાં હોઇ પ્રમાણમાં પૂંછડી ટુંકી હોય છે. એમના શરીર ઉપર ભિંગડાં અગર અસ્થિનું આચ્છાદન નથી હોતું. વર્ત્તમાન સમયનાં ટ્રિટન, સાલામેણ્ડર, અને કાદવમાં થતી ઇલ આ જાતિમાં આવે છે. આ પ્રાણીઓના શરીરને મળતાં આવતાં ફોસિલો પર્મિઅન પડોમાંથી મળ્યાં છે, પણ નિસ્સંક જળસ્થળચર યૂરોડેલા પ્રાણીઓનાં ફોસિલો તો ત્રીજા યુગનાં પડોમાંથી મળે છે.

૧૬C-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

उपवर्ग–२. एन्यूराः–પૂંછડી વગરનાં જળસ્થળચર પ્રાણીઓ. આમનાં શરીર પ્રમાણમાં ટુંકાં અને પહોળાં હોઇ તેમને બે જોડી અવયવો હોય છે. તેમાં પાછલી જોડી–પાછલા પગ–લાંબા અને મજબૂત હોય છે. આગલા બે અવયવો–હાથ–પ્રમાણમાં ટુંકા અને ઓછા મજબૂત હોય છે. જો કે એમનાં શરીર ઉપર ભિંગડાં અગર અસ્થિનાં પતરા જેવું નથી હોતું, પણ તેમની પીઠ ઉપરની ચામડી હાડકા જેવી થઇ ગએલી હોય છે. મોટા મંડુક, અને દેડકાં આ જાતિનાં છે. ત્રીજા યુગના પ્રારંભનાં પડોમાંથી જ એમનાં ફોસિલો મળી આવે છે.

उपवर्ग–३. पेरोमेलाः–સર્પના જેવાં અને ચાલવાના અવયવ રહિત પ્રાણી. એમનાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થતાં નથી.

उपवर्ग–४. लेथिरिन्थोंडोटाः–આ પ્રાણીઓ હાલ ભૂગોળ ઉપરથી તદ્દન અદૃશ્ય થયાં છે. એમનાં શરીર લગભગ સાલામેન્ડરના જેવાં હતાં. લાંબી પૂંછડી અને અવયવો નાના અને નબળા હતા. એમનુ માથું સખ્ત હાડકાનો પાટોથી રક્ષિત હતું. છાતી આગળ, કોતરકામ ન કર્યું હોય એવી જણાતી, ત્રણ સખ્ત હાડકાની પતરીઓ થતી. પેટ તરફનો એટલે નીચેનો ભાગ લંબગોળ હાડકાની પતરીથી રક્ષિત હતો. એના પગને પાંચ આંગળાં હોય એમ લાગે છે. પ્રથમ આ પ્રાણીનાં પગલાં જ માત્ર જડયાં હતાં. પણ ત્યાર પછી એનું આખુ હાડપિંજર પ્રાપ્ત થયું છે. દાંતની ભૂલભૂલવણી જેવી રચનાને લઇને એનું આ નામ પડયું છે. આ પ્રાણીનું પ્રથમ ફોસિલ કાર્બોનિફરસ યુગમાં સંપાદન થયું હતું. મધ્યજીવમયયુગના પ્રારંભ કાળમાં મોટાં મોટાં પેટે ચાલનારાં પ્રાણીઓનો ઉદ્દભવ થયો ત્યાં સુધી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂગોળ ઊપર આ જાતનાં પ્રાણીઓ મોટાં હોઈ એમનું સામ્રાજ્ય હતું.

અહીં હિંદુસ્થાનમાં પણ પાંચેત રોકમાં આ પ્રાણીનું અસ્તિત્વ જણાયું છે અને તેથી અહીંના કોલસાના વય સંબંધી પૂરાવો મળે છે.

વર્ગ-૧૧. પેટે ચાલનારાં-ખરાં પેટે ચાલનારાં પ્રાણીઓ. જુદી જુદી જાતના કાચબા, જેવા કે ટરટલ, ટોરટોઇઝ જાતના કાચબા, સાપ, ગરોળી અને મગર વગેરે. એમના શરીર પર શિંગડા જેવા પદાર્થના બનેલા આંકા આંકા અગર હાડકાનાં ભિંગડાં હોય છે. આ જાતના પ્રાણીઓમાં હાલ તો જુદી જુદી જાતના કાચબા, સાપ, ગરોળી અને મગર જ જણાય છે. પણ એમની ઘણી જાણવા જેવી જાતો ઘણા કાળથી અદૃશ્ય થઇ છે. નિસ્સંતાન ગયેલી અને વર્તમાન સમયની બધી જાતો મળીને એમના નીચે પ્રમાણે ઉપવર્ગ પડે છે.

ઉપવર્ગ-૧. કેલોનિયાઃ-ટોરટોઈઝ અને ટરટલ, એમનાં શરીર હાડકાની પેટીમાં રહે છે. આ જાતનાં ઘણાં ખરાં પ્રાણીઓ જળચર હોવાથી તેમના સખ્ત ભાગોનાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે. છેક જ્યૂરાસિક સમયથી તેઓ સામાન્ય રીતે મળે છે.

ઉપવર્ગ-૨. ઓફિડિયા-નાગ અને સાપ આ જાતિમાં આવે છે. એમના શરીર પર શિંગડા જેવા પદાર્થના ભિંગડાં હોય છે. એમની કરોડમાં ઘણા અંકોડા હોય છે. કેટલાક અજદા અને અજગરોની કરોડમાં તો ૪૦૦ અંકોડા હોય છે. આ જાતિનાં પ્રાણીઓને પગ હોતા નથી. માત્ર ત્રીજા યુગ શિવાય એમનાં ફોસિલો પ્રાપ્ત થયાં નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

उपवर्ग–३. लेसरटिलिया:–ગરોળીઓ અને કાચંડા આ ઉપવર્ગમાં આવે છે. પર્મીયન સમયમાં આ જાતનું પ્રોટોસૌરસ પ્રાણી પ્રથમ દેખા દેછે. ત્રિઆસ સમયમાં રીંકોસૌરસ, ટેલરપેટોન, અને ક્રિટેશીઅસમાં ડોલિકોસૌરસ પ્રાણી જણાયાં છે. ડોલિકોસૌરસની ડોક ઘણી જ લાંબી હતી.

उपवर्ग–४. क्रोकोडिलिया–મગર, સુસર, સુસવાટ, નક્ર, મકર એ બધાં આ જાતિનાં ઉંચી પંકિતનાં પ્રાણીઓ છે. જુનામાં જુનું આ જાતનું સ્ટેગોનોલેપ્સિસ નામનું પ્રાણી ત્રિઆસ યુગમાં માલમ પડયું છે. આ જાતનાં ટેલિયોસૌરસ જ્યૂરાસમાં અને ગોનિયોફોલિસ ક્રિટેશીયસમાં ઘણાં જ ઉદ્ભવ્યાં હતાં. આ ઉપવર્ગનો કોઇ પ્રાણી ખરી રીતે સમુદ્રવાસી નથી.

નીચે લખેલા ઉપવર્ગનો નિર્વંશ ગયો છે:–

५. इक्थियोसौरस:–આ પ્રાણીઓ આકારમાં વ્હેલ જાતની માછલીને થોડાં ઘણાં મળતાં આવતાં. એમનું માથું શરીરને જ જોડાયલું હતું, જેથી ડોક જેવું કશું નહોતું; અને ઠાઠું સાંકડું થતાં થતાં અણીદાર જેવું બનતું હતું. એમનાં શરીર માત્ર ચામડીથી જ વેષ્ટિત હતાં. એમને બે પાવડા જેવા અવયવો હતા, જે વડે એઓ પાણીમાં વિચરતાં. એમનાં માથાં ઘણાં જ મોટાં હતાં. માથામાં ચોતરફ હાડકાની વીંટી જડી હોય એવી એની ઘણી મોટી આંખો ખાસ લક્ષ ખેંચે એવી હતી. લિઆસ સમયમાં આ પ્રાણીઓ ઉપલબ્ધ થાય છે.

६. प्लेसियोसौरस:–આ અજાયબ પ્રાણીઓની ડોક ઘણી જ લાંબી હોઇ, તેને છેડે આવેલું માથું બહુ નાનું થતું. પ્લેસિઓસૌરસના શરીર ઉપર પણ હાડકાના બખ્તર જેવું કાંઇ નહોતું. એને બે જોડી પાવડાના જેવા અવયવ થતા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આગળની કરતાં અવયવની પાછળની જોડી લાંબી થતી. અને શરીરના પ્રમાણમાં પૂંછડી ટૂંકી થતી. પ્લેસિયોસૌરસ પ્રથમ ટ્રિયાસ યુગમાં જણાયું છે. પણ જ્યૂરાસિક સમયમાં તેની ખાસ વૃદ્ધિ થઈ હતી.

૭. ડિક્નોડોન્ટિયાઃ—મગરના જેવી કરોડવાળાં આ પ્રાણીઓ ગરોળી જેવાં થતાં. એમને કાચબાના જેવાં જડબાં થતાં. આ જડબાં ઘણુ કરીને શિંગડા જેવા પદાર્થની બનેલી ચાંચમાં જડાયલાં હતાં. સ્કોટલંડ, દક્ષિણ આફ્રિકા અને હિંદુસ્થાનમાં જે પડોમાંથી આ પ્રાણીઓ પ્રાપ્ત થયાં છે તે ટ્રિઆસ સમયનાં છે એમ ધારવામાં આવે છે.

૮ ટેરોસૌરિઆઃ—ટેરોડેકટાઇલ અગર ઉડતી ગરોળીઓ. એમનાં માથાં અને ડોક લાંબાં થતાં. એમના આગલા અવયવો પ્રમાણમાં ઘણા લાંબા હતા. એ અવયવની બહારની બાજુની એક આંગળી ઘણી જ લાંબી હોઈ, પાંખ જેવી ચામડીથી વેષ્ટિત હતી. આ પ્રાણી એક ઝાડપરથી બીજા ઝાડપર એમ ઉડતું એમાં શક નથી. વખતે એ જમીન ઉપર કુદકા મારતું ચાલતું યે હશે. આ પ્રાણીઓ મધ્યજીવમયયુગમાં જ-મળે છે. ટેરોડેકટાઇલ્સ, હામ્ફ્રોહિંકસ, ડિયોફ્રોડોન અને ટેરાનોડોન એ જાણીતા ઉપવર્ગ છે.

૯. ડિનોસોરિઆ—આ અજાયબ જાતિનાં પ્રાણીઓ ઘણાં જ કદાવર શરીરવાળાં હતાં. એમની શરીર રચના પક્ષીઓને મળતી હતી. કેટલાંકને શરીર ઉપર માત્ર ચામડી જ હતી અને કેટલાંકને મગરની પેઠે શરીર ઉપર હાડકાના બખ્તર જેવું હતું. આગલા પગ કરતાં તેમના પાછલા પગ પ્રમાણમાં બહુ જ મોટા થએલા હતા; વખતે આ અવયવોનો ઉપયોગ એ પ્રાણીઓ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પગ તરીકે કરતાં હશે. આ પ્રાણીઓના ઘણા ઉપવર્ગ હતા અને તે મધ્યજીવમય યુગમાં બહુ થતાં. ઇગ્વાનોડોન, મેગેલોસૌરસ, હિલિઓસૌરસ, અને શેટિયોસૌરસ એ એમની જાણીતી જાતિયો છે. અત્યારસુધી જણાયલાં પ્રાણીઓમાં મોટામાં મોટું પ્રાણી એટલેન્ટોસૌરસ ઉત્તર અમેરિકાના જ્યુરાસિક પડોમાંથી પ્રાપ્ત થયું છે.

૧૦. થેકોડોન્સિઆઃ—આ ઉપવર્ગ માંસાહારી હતો. એને ચાવવાના, ફાડીખાવાના અને કરડવાના દાંત હતા, એમ **પ્રોફેસર ઓવન**નું કહેવું છે. દક્ષિણ આફ્રિકાનાં જે પડોમાંથી આનાં ફોસિલો મળ્યાં છે તે ટ્રિઆસિક સમયનાં ધારવામાં આવે છે.

વર્ગ. ૧૨ પક્ષીઓઃ–ઉડવાની શક્તિ હોવાથી તેઓ આપત્તિના સમયે જોખમવાળી જગાએથી સહેલાઇથી નાશી જઇ શકે એમ હોવાથી આ ઉપયોગી પ્રાણીઓનાં ફોસિલો ઘણાં જ ઓછાં મળે છે. જૂનામાં જૂનું પક્ષી પેટે ચાલનાર પ્રાણીઓને મળતું હતું. એને જડબાં અને દાંત હતા. નિસ્સંતાન ગયેલાં અને હાલનાં બધાં પક્ષીઓના નીચે મુજબ ઉપવર્ગ પાડવામાં આવે છે.

ઉપવર્ગ–૧. સૌરુરીઃ–આ અજાયબ પ્રાણીઓની કરોડ લાંબી થઇને તેની જ તેની પૂંછડી બનતી. આ પૂંછડીને છેડે બે ત્રણ પિંછાં થતાં. જૂનામાં જૂના પક્ષીનું માત્ર ફોસિલ–આર્કિઓપ્ટેરિસ–જ્યૂરાસિક સમયમાં મળ્યું છે.

ઉપવર્ગ–૨. ઓડોન્ટોર્નિથીસઃ–દાંતવાળાં પક્ષી. આ ઉપવર્ગનાં કેટલાંક પક્ષીઓ ડૂબકી મારતાં અને એમને નવી નવી અને અપૂર્ણ પાંખો હતી. એમની છાતીનું હાડકું સપાટ હતું. એમના પગ બહુ મજબુત હતા અને પૂંછડી બહુ જોરદાર હતી. જેને એઓ પાણીમાં તરતી વખત સુકાનની પેઠે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાપરતાં. એમને શંકુ આકારના ઘણા દાંતવાળાં જડબાં હતાં. એમના દાંત એક અખંડ નીકમાં બેસાડેલા હતા. બીજાં વળી એવાં હતાં કે જેમની પાંખો જબરી હોઇ, તેમની છાતીનું હાડકું વહાણના ખોખાના આકારનું હતું. એમના દાંત મગરને હોય છે એમ જુદી જુદી ખોભણમાં બેસાડેલા હતા. ઘણા કાળથી દાંતવાળા પક્ષીઓનો નિર્વંશ ગયો છે. કાનસાનાં પડોમાંથી તેમનાં ઘણાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થયાં છે.

उपवर्ग–૩. રેટિટિઇઃ–(Ratitæ) દોડનારાં પક્ષી. આ જાતમાં ઓસ્ટ્રિચ, કેસોવરી, રીહા, એમુ અને એપ્ટેરિક્ષ પક્ષીનો સમાવેશ થાય છે. ત્રીજા યુગ કરતાં જુનાં પડોમાંથી એમનાં ફોસિલો મળતાં નથી. ન્યૂઝિલેંડનું પ્રખ્યાત ડિનોર્નિસ બહુ કદાવર અને આ ઉપવર્ગનું હતું.

उपवर्ग–૪. કેરિનેટીઇ–આ ઉપવર્ગનાં પ્રાણીઓ બહુધા ઉડવાની શકિત ધરાવતાં. વર્ત્તમાન સમયનાં બધાં પક્ષીઓ આ જાતિનાં છે. આ મોટી જાતિનું ક્રમવાર ગણ, કુટુંબો વગેરેમાં વર્ગીકરણ થયું નથી; જેથી શિખનારે થોડાં જાણીતાં નામ યાદ રાખવાનાં છે. આ નામો જો કે ગૌણ થતાં જાય છે, છતાં અદ્યાપિ પવરાશમાં છે.

જાતિ–૧ નેટેટોરિસ–તરનારાં. આમને ટુંકા પગ હોય છે અને તે એમના દરેક શરીરના પાછલા–છેડા તરફ મૂકાયલા હોઈ, એમનાં આંગળાં ચામડી વડે જોડાયલાં હોય છે. ગલ, પેન્ગ્વિન, બતક, હંસ અને રાજહંસ વગેરે આ જાતનાં પક્ષી છે. આ પક્ષીઓનાં ફોસિલો ક્રિટેશિયસ અને ત્રીજાયુગનાં પડોમાંથી મળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૨ **ગ્રેલાટોરિસઃ**—છછરા પાણીમાં ફરનારાં. આ પક્ષીઓ સરોવર, નદી અને દરીઆકાંઠે રહે છે. એમના પગ મોટા હોય છે. એમનાં આંગળાં ત્વચા વડે સંપૂર્ણ જોડાયલાં હોતાં નથી, પ્લોવર, કુજ, રાતો હંસ બગલા, કંક અને સારસ આ જાતનાં જાણીતાં પક્ષીઓ છે. એમનાં ફોસિલો પણ ક્રિટેશિયસ અને ત્રીજા યુગનાં પડોમાંથી મળે છે.

૩ **રેસોરીસઃ**—ઉઝરડા ભરનાર–કુકડાની જાતનાં જુદી જુદી જાતનાં મરઘાં વગેરેનો આ જાતિમાં સમાવેશ થાય છે. ટર્કી, ગીનીફાઉલ. એમનાં ફોસિલો માત્ર ત્રીજાયુગનાં પડોમાંથી મળે છે.

૪ **સ્ટ્રેન્સોરિસઃ**—ઉંચે ચઢનારાં જુદી જુદી જાતના પોપટ, કોયલો, ટૂકન. જાતજાતના કાકાકૌઆ વગેરે આ જાતિમાં આવે છે. એમનાં ફોસિલ માત્ર ત્રીજાયુગનાં પડો અને ત્યાર પછીનાં પડોમાંથી જ મળે છે.

૫ **ઇન્સેસર્સઃ**—ઉંચે ઝાડ ઉપર બેસનાર. વર્તમાન સમયનાં ઘણાંખરાં પક્ષીઓ આ જાતિનાં છે. ગાનારાં ઘણાં પક્ષીઓનો આમાં સમાવેશ થાય છે. ત્રીજાયુગ કરતાં જુનાં પડોમાં આમનાં ફોસિલો મળ્યાં નથી.

૬ **રેપ્ટોરિસઃ**—શિકારી પક્ષીઓ. આ જાતને અણીદાર, ધારદાર, વાંકી અને મજબુત ચાંચ હોય છે. તેમના પંજાના નખ પણ મજબુત અને તિક્ષણ હોય છે. ગરુડ, બાજ, શકરોબાજ, ગીધ, સમળી, અને ઘુવડ એ આ જાતનાં પક્ષીઓ છે. આ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાતિનાં ફોસિલો પણ ત્રીજાયુગ અને ત્યારપછીનાં પડો સિવાય બીજે મળી આવતાં નથી.

વર્ગ. ૧૩ સસ્તન પ્રાણીઓ:–પ્રાણીકોટિમાંનાં કરોડવાળાં પ્રાણીઓમાં ઉંચામાં ઉંચી જાતિ આ છે. આ જાતિનાં પ્રાણીઓ બહુધા જમીન ઉપર રહેનારાં છે. પાણીમાં રહેનાર આ જાતિનાં પ્રાણી જો કે તેઓ બહુ જ કદાવર હોય છે, પણ સંખ્યામાં થોડાં હોય એમ જણાય છે. વ્હેલ જાતનાં મચ્છ, ડોલ્ફિન, પોર્પોઇઝ, મેનેટી, સીલ, મોર્સ એ પાણીમાં રહેનારાં છે. આમ હોવાથી દરીઆમાં બંધાયલાં પડોમાંથી સસ્તન પ્રાણીઓનાં ફોસિલોની ઝાઝી આશા રખાય નહિ. એમની શરુવાતથી જ સસ્તન પ્રાણીઓ સામાન્યતઃ જમીન પર વસનારાં હતાં; અને તેથી તેમનાં ફોસિલો જુનાં પડોમાંથી ઘણાં થોડાં મળે છે. આ વર્ગના ત્રણ ઉપવર્ગ પડાય છે.

સૌથી પ્રથમ મળેલું આ વર્ગનું ફોસિલ "કોથળી વાળા" પ્રાણીનું હતું. અને એ ઉત્તર અમેરિકા અને યૂરોપમાં ટ્રિઆસ અને જ્યૂરાસ સમયનાં પડોમાંથી ઉપલબ્ધ થયું હતું.

૧ **પ્રોટોથેકા**:—આ ઉપવર્ગમાં બે જાતિયો છે.

(૧) ઓર્નિથોરિંકસ

(૨) એકિડ્ના.

૨ **મેટાથેરિયા**:—કોથળીવાળાં પ્રાણીઓ. ઓપોસમ, ડેસ્યૂરિસ, મિરમેકોબિયસ, પેરામિલીસ, કાંગારુ અને વોમ્બેટ પ્રાણીઓનો સમાવેસ આમાં થાય છે. મધ્યજીવમયયુગમાંથી આ જાતિનું પ્રથમ ફોસિલ મળ્યું હતું એ કહી ગયા છીએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩ **યૂથેરીયાઃ**—વર્ત્તમાન સમયનાં તેમ જ ભૂતકાળનાં નિસ્સંતાન ગયેલાં ઘણાં ખરાં સસ્તન પ્રાણીઓનો આ જાતિમાં સમાવેશ થાય છે.

એ જાતિયોના નીચે મુજબ ભેદ પાડ્યા છેઃ—

૧ **એડેન્ટેટાઃ**–સ્લોથ, કીડીઓ ખાનારું પ્રાણી, આર્મેડિલો, પેંગોલિન, અને આફ્રિકાનું કીડીઓ ખાનારું પ્રાણી, એ બધાં આ ગણનાં છે. મેગાથેરિયમ, મિલોડોન, મોરોપસ, ગ્લિપ્ટોડોન એ બધાં ભૂતકાળનાં આ ગણનાં પ્રાણીઓ કદાવર હતાં અને એમનાં ફોસિલો અમેરિકામાંથી મળ્યાં છે.

૨ **સિરેનિયા.**–પાણીમાં રહેનાર, માછલીનાં જેવાં પ્રાણી. મેનેટી, ડૂગોંગ, દરીઆઇગાય ઇત્યાદિ આ જાતિનાં છે. દરીયાઇગાયનો હાલ નિર્વંશ ગયો છે. છેલ્લામાં છેલ્લું આ જાતનું એક પ્રાણી ઇ. સ. ૧૭૬૮ માં મારી નાંખવામાં આવ્યું હતું. યૂરોપના મિયોસિન અને પ્લિયોસિન સમયમાં તેમનાં ઘણાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે.

૩ **સિટેસિયાઃ**–વ્હેલ અને જેનાં હાડકાની લાકડીઓ, કમાનો વગેરે કરાય છે તે જાતનાં વ્હેલ, ડેલ્ફિનોઈડીઆ અને દાંતવાળાં વ્હેલ, સ્પર્મવ્હેલ, ઝિફિઅસ, નાર્વેલ, પોર્પોઈઝ, કેલિંગ વ્હેલ, ગ્રેમ્પસ, અને ડોલ્ફિન એ આ જાતનાં પ્રાણીઓ છે. ત્રીજા યુગનાં અને ત્યાર પછીનાં પડોમાંથી એમનાં કાનનાં તેમ જ બીજાં હાડકાં પ્રાપ્ત થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૪ ઇન્સેક્ટિવોરાઃ-બહુ નાના કદનાં સસ્તન પ્રાણીઓ જેવાં કે છછુંદર, ગંધમુખી, મિયેગોળ. આમનાં ફોસિલો ઇયોસિન સમયની પહેલાં મળ્યાં નથી, પણ વખતે, સ્ટોનફિલ્ડ સ્લેટમાં મળી આવતું 'સ્ટેરિયોગ્નેથસ' આ જાતનું હશે.

૫ ચેઈરોપ્ટેરાઃ—જેના આગલા પગ ઉડવાની યોગ્યતાવાળા હોય છે એવાં પ્રાણી. વાગોળ, વડવાગોળ, ચામાચિડિયાં, વગેરે આ જાતિનાં છે.

૬ રોડેન્શિયાઃ—વનસ્પતિ ઉપર નિર્વાહ કરનાર જમીન પર રહેનારાં નાંનાં સસ્તન પ્રાણી. એમના આગલા પગ સુતારના વિંધણાના ઘાટના અને લાંબા હોય છે. આમના દાંત કોઈ વસ્તુને કોતરી ખાવાની યોગ્યતાવાળા હોય છે. આ પ્રાણીઓને કુતરીઆ દાંત હોતા નથી. ખિસ્કોલી, મારમોટ, બિવર, રાની ઉંદર, કોળ, ઉંદર, ઉંદરડીઓ, લેમિંગ, જર્બો, શાહુડી, સસલાં, નોળીઆ વગેરે આ જાતનાં છે.

વર્તમાન સમયનાં તેમ જ નિર્વંશ ગયેલા આ જાતિનાં ઘણા પ્રાણીઓનાં ફોસિલો ત્રીજા યુગનાં અને ત્યાર પછીનાં પડોમાં ઉપલબ્ધ થાય છે.

૭ અંગ્યૂલેટાઃ— ખરીવાળાં પ્રાણીઓ. હિરાક્ષ, સુંઢવાળાં, હાથી તેમ જ નાબુદ થએલા મેસ્ટોડોન અને દિનાથેરિયમ એમનો આ જાતમાં સમાવેશ થાય છે.

જેમની ખરીઓમાં એકી આંગળાં હોય છે તે અને જેમને બેકી આંગળાં હોય છે તે એમ એના બે પેટા વિભાગ પડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એકી આંગળાવાળા પેટા વિભાગમાંઃ— ટેપીર, ગેંડા, ઘોડા. વગેરે પ્રાણીઓ આવે છે. અને

બેકી આંગળાવાળામાંઃ—દરીઆઇ ઘોડો, (Hippopotamus) પિકારી, ભૂંડ, લામા, ઉંટ, અને વાગોળનારાં—ગાય—આખલા—ભેંસ—રોઝ—મૃગ, હરણ, છિંકારાં, જીરાફ, અને એનું કુટુંબી હેલાડોથેરિયમ એ બધાં આ પેટા જાતિનાં છે. હેલાડોથેરિયમનું નિસ્સંતાન ગયું છે. આમનાં જૂનામાં જૂનાં ફોસિલ ઇઓસિન યુગમાં મળે છે.

उपवर्ग–८. शिकारी–માંસભક્ષીઃ–આ જાતિનો મોટો ભાગ શિકાર ઉપર જ જીવે છે, તે પરથી આ નામ પ્રાપ્ત થયું છે.

૧. **ખરાં કાર્નિવોરાઃ**—બહુધા જમીન પર રહેનારાં છે.

૨. **બિલાડીની જાતનાંઃ**–સિંહ, વાઘ, બિલાડી, પૂમા, ચિત્તા, દિપડા, રાની બિલાડી. તરસ, સિવેટ જાતની બિલાડી, આમનાં ફોસિલ ત્રીજાયુગમાં અને ત્યાર પછીનાં પડોમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે.

૩. **કુતરાઃ**–કુતરા, વરુ, શિયાળ, કોહ્લું.

૪. **રિંછ અને એના સંબંધીઓઃ**–ઓટર, બેજર, વિઝલ, રેકુન, પેંડા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૫. પાણીમાં રહેનારી જાતોઃ—
આમના ત્રણ ખાસ ગણ છે.

૧. દરીઆઇ રિંછ.

૨. વોલ્રશ-અને

૩. ખરી સીલ.

ઉપવર્ગ—૯. **પ્રિમેટીસઃ**—કરોડવાળાં પ્રાણીઓમાં આ જાતિ સૌથી ઉંચી શ્રેણીની છે.

એના પેટા વર્ગઃ—

૧. **લિમૂરના જેવાંઃ**–લિમૂર (રાત્રે શિકાર કરનારું નાની જાતનું વાંદરું).

૨. **માર્મોસેટઃ**—વાંદરાંની એક કિલબિલાટ કર્યા કરે એવી જાત.

૩. **અમેરિકાનાં વાંદરાં.**

૪. **જુની દુનિયાનાં વાંદરાં,** પુચ્છ રહિત વાંદરાં એપ-શિવાય.

૫. **મનુષ્યને મળતાં આવતાં વાંદરાંઃ**—
એપ, ટ્રોગ્લોડાઇટીસ, ગોરિલા, સિમિયા, ઉરાંગ અને હિલોબેરિસ.

૬. **માણસ.**

૧. આફ્રિકન.

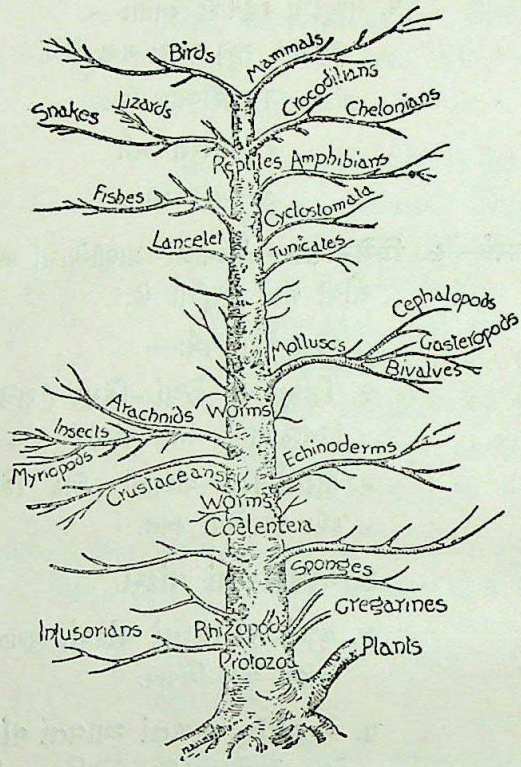
૨. ઓસ્ટ્રેલિયન.

૩. મોંગોલિયન.

૪. યૂરોપિયન.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આ. ૩૦. મૂળ સજીવકણ–પ્રોટોપ્લેઝમમાંથી ઉત્ક્રાંતિ થઇ થઇને જુદી જુદી જાતનાં પ્રાણીઓનો ઉદ્ભવ દર્શાવતું પ્રાણીઓનું વંશવૃક્ષ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૨૩)

ભૂગોળનો પ્રારંભ—નીહારિકાની કલ્પના.

ભૂકવચ--પૃથ્વીના પોપડામાં શા શા પદાર્થો હોય છે, કંઇ કંઈ ઉપાધિયોને લેઇને એ પદાર્થો હસ્તીમાં આવ્યા છે, કયાં કયાં કારણોને લીધે એ પદાર્થોમાં કેવા કેવા ફેરફાર અને તે કેવી કેવી રીતે થાય છે, એ સંબંધે અત્યાર સુધીમાં કહ્યું. આ પદાર્થોની રચનાને અંગે પણ સહેજ વિવેચન કર્યું. એને અંગે વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના ભેદ અને વર્ગોનું વર્ણન પણ કર્યું. ભૂકવચનો ઇતિહાસ ઉપજાવી કાઢવા સારુ ભૂસ્તરવેત્તાઓ આ પદાર્થોનો અભ્યાસ કેવી રીતે કરે છે તે પણ કહી ગયા.

આપણા પગ નીચે આવેલી જમીન,-રોકો અને ખનિજો જાતે જ મનોરંજક છે, એટલું જ નહિ, પણ તેમના વડે આપણને ભૂકવચના ભૂતકાળના ઇતિહાસનું જ્ઞાન થાય છે એ પણ મનોરંજક છે. જેમ જુના લેખ અને જુની મૂર્તિયો ઉપરથી ભૂતકાળમાં હસ્તી ધરાવતા કોઈ લોકો સંબંધી આપણને જ્ઞાન થાય અને આપણને જેવો આનંદ થાય તેમ, એવો જ આનંદ આ જમીન, રોકો અને ખનિજોને આધારે ભૂકવચના ભૂતકાળના ઇતિહાસના આપણા જ્ઞાનમાં ઉમેરો થાય ત્યારે પણ થાય એ ખુલ્લું છે. જો આપણે આ પદાર્થોને તપાસીએ અને તેમના સાધનને યોગે મળતા જ્ઞાન વડે ભૂતકાળમાં જમીન અને દરીઆની વ્હેંચણી કેવા પ્રકારની હતી, ભૂગોળ ઉપર કેવી કેવી તરેહનાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનો ઉદ્ભવ થયો હતો વગેરે ખોળી કાઢીએ, તો આપણે આપણા જ્ઞાનનો સદુપયોગ કર્યો કહેવાય. વ્યવહારમાં અનુભવમાં આવે અને ઉપયોગી થઈ પડે એ જ જ્ઞાન ખરું કહેવાય. **अनुभव सहितं ज्ञानं ज्ञानम्** । જ્ઞાનની મહત્તા જ એમાં સમાયલી છે.

હાલના ભૂસ્તરવેત્તાઓ આ શોધખોળ કેવી કેવી રીતે ચલાવી રહ્યા છે એ જાણીને કુદરતના અભ્યાસીને ખરેખાત આનંદ થાય.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂકવચમાં અને ભૂપૃષ્ટ ઉપર વર્ત્તમાન કાળમાં થતા ફેરફારનાં કારણો અને ક્રિયાઓ વગેરે જેમ શોધી કઢાય છે, તેવી જ રીતે ભૂતકાળમાં પણ એવાં જ કારણોને લઇને આપણા પર્વતો, ખીણો અને મેદાનો, આપણા ભૂગોળ ઉપરની રચના અને વ્યવસ્થાઓ, ટુંકામાં આપણો ભૂગોળ પણ અસ્તિત્વ આવ્યો છે, એ આપણને હસ્તામળકવત્ જણાય છે.

ભૂસ્તરવેત્તાઓનો ઉચ્ચ આશય પૃથ્વીનો ઇતિહાસ શોધી કાઢવાનો હોય છે. ઉપરચોટિયા જોતાં તેમની શોધોને પૃથ્વીના ઇતિહાસની સાથે કાંઈ લાગતું વળગતું ન જણાતું હોય, છતાં બધી શોધોના પરસ્પર સંબંધ ઉપરથી સમગ્ર રીતે તેઓ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ નિર્માણ કરવામાં બહુ જ અગત્ય ધરાવે છે. આવી શોધો ઉપરથી અમુક જમીન વારાફરતી કેવી કેવી સ્થિતિમાં હતી, અને ત્યાં કેવી વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ વશી ગયાં છે તે જાણી શકાય છે. અત્યાર સુધીમાં અમે જે જે કહી ગયા તે બધું ભૂસ્તરનો ઇતિહાસ ખોળવાના ઉચ્ચ ઉદ્દેશના ઉપોદ્ઘાત રુપ જ છે. જે જે રીતિયો અને સિદ્ધાન્તોને અંગે અમે કહી ગયા છીએ, એ સર્વનો આ ઇતિહાસ ઉકેલતાં ઉપયોગ કરવો ઇષ્ટ છે.

આ વિજ્ઞાનની ઉપયોગિતા તેમ જ મનોરંજકતાનો ખ્યાલ આપીને અભ્યાસીઓના ચિત્તનું એની તરફ આકર્ષણ કરવાના માત્ર હેતુથી લખાયલા આ નાના પુસ્તકમાં અત્યાર સુધીમાં જણાયલી બાબતોનું દિગ્દર્શનજ માત્ર કરી શકાય એ ઉઘાડું છે. સવિસ્તર વર્ણનો આવા પુસ્તકમાં ન હોય. અહીં તો અમે શરુઆતથી તે અત્યાર સુધીમાં આપણો ભૂગોળ ક્રમશઃ કેવી કેવી સ્થિતિમાં હતો તે, અને દરેક જુદી જુદી વસ્તુસ્થિતિમાંની અત્યાર સુધીમાં જણાયલી જાણવાયોગ્ય મોટી મોટી બાબતોને અંગે ટુંકાણમાં કહીશું.

જેમ મનુષ્ય જાતિ પોતાનો ઇતિહાસ નોંધતી થઈ તે પહેલાંનો ઇતિહાસ સ્પષ્ટ મળતો ન હોવાથી માત્ર પૌરાણિક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કિંવદન્તી અને કલ્પના વડે જ એ ઇતિહાસ ઉપજાવીએ છિયે, તેમ જ યુગોના યુગો પૂર્વેનો પૃથ્વીનો ઇતિહાસ પણ ખગોળવેત્તાઓએ કરેલા ગણિત અને કલ્પનાને આધારે જ નક્કી કરાય છે. જો એમ ન કરતાં પૃથ્વી ઉપરથી જ જણાતા ઇતિહાસની ખોળ કરીએ તો જુનામાં જુના પ્રદેશો જે હાલ જમીન રુપે મોજુદ છે તે શિવાય શોધ કરવાનું બીજું સાધન કે સ્થળ છે નહિ. આમ આપણો નિરીક્ષણ પ્રદેશ બહુ સંકુચિત છે. પરન્તુ ભૂકવચના અસ્તિત્વમાં આવ્યાની પૂર્વે પણ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ નિઃશંશય હોવો તો જોઇએ.

ખગોળવેત્તાઓએ ગ્રહો, તારાઓ, આકાશગંગા અને તેમાં આવેલી નીહારિકાઓનાં લક્ષપૂર્વક કરેલાં નિરીક્ષણ વડે નક્કી કર્યું છે કે જે વિરાટસ્વરુપનો આપણી પૃથ્વી એક ક્ષુદ્ર–અલ્પતમ અંશ છે, એ વિરાટસ્વરુપનાં બીજાં અઙ્ગો–આકાશ પદાર્થો, ગ્રહોમાં–ક્રમશઃ ઉદ્ભવ, ઉત્ક્રાન્તી અને ફેરફાર થયો છે; તો આપણી પૃથ્વી પણ એ જ વિરાટસ્વરુપનો અંશ અને આકાશીપદાર્થ હોવાથી, તેમાં પણ ઉદ્ભવ, ઉત્ક્રાન્તી અને ફેરફાર થવો જ જોઇએ. જેમ બીજા આકાશીપદાર્થો, આપણી સૂર્યમાળાના ગ્રહો, આપણા સૂર્યની પ્રદક્ષણા કરતા સતા, નિરંતર ભ્રમણ કરી રહ્યા છે, તેમ પૃથ્વી પણ પ્રદક્ષણા અને ભ્રમણ કરી રહી છે. માટે ખગોળવેત્તાઓના કહેવા મુજબ, બ્રહ્માંડમાં અને સૂર્યમાળામાં શા શા ફેરફાર થઇને ઉત્ક્રાંતી થઇ છે અને થાય છે, એ જાણવું આવશ્યક છે.

પૃથ્વી પણ એક ગ્રહ જ છે. જુદા જુદા ખગોળવેત્તાઓએ ગ્રહોના ઉદ્ભવને અંગે જુદી જુદી કલ્પનાઓ કરી છે. આવી કલ્પનાઓમાં એક કલ્પના "**નેબ્યુલર હૈપોથિસીસ**" એટલે "**નીહારિકાની કલ્પના**" કહેવાય છે. આ નીહારિકાની કલ્પનામાં સઘળા ગ્રહોનો ઉદ્ભવ મૂળે આકાશગંગામાં આવેલી એક નીહારિકામાંથી થયો છે, એમ પ્રતિપાદન કરવામાં આવ્યું છે. રાત્રે આકાશમાં ધોળા ધાબા જેવો પટ્ટો દેખાય છે એ તો બધાંને ખબર છે. એ પટ્ટાને ઇંગ્રેજીમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મિલ્કિ વે એટલે દુધીઓ રસ્તો કહે છે. આપણે એને સ્વર્ગંગા અગર આકાશગંગા એ નામે ઓળખીએ છીએ. એ આકાશગંગામાં જુદાં જુદાં ધાબાં દેખાય છે, એ દરેક ધાબું જુદું જુદું અસ્તિત્વ ધરાવે છે. એને ઇંગ્રેજીમાં નેબ્યુલા કહે છે. આપણા જ્યોતિશશાસ્ત્રીઓ એને નીહારિકા નામે ઓળખે છે. સ્પેક્ટ્રોસ્કોપ* નામના યન્ત્રની મદદ વડે દૂરમાં દૂર આવેલા તારામાં પણ કિય કિયાં મૂળતત્વોનું અસ્તિત્વ છે, એ સહેલાઇથી જાણી શકાય છે. હાલ એ યન્ત્રની સાહ્યતા વડે કરેલા શોધોને આધારે આ નીહારિકાની કલ્પના ખરી હોય એમ લાગે છે.

નીહારિકાની કલ્પના:—સ્વર્ગંગા–આકાશગંગા એ જુદી જુદી નીહારિકાનો સમુહ માત્ર છે. કેટલીક નીહારિકા વિસ્તૃત અને કેટલીક નાની હોય છે. એમના આકાર પણ જુદી જુદી તરેહના હોય છે. કેટલીક સાદી વાદળા જેવી, ત્યારે કેટલીક જલેબીના ગુંછળા જેવી હોય છે. આવી એક વિશાળ નીહારિકામાંથી આપણા સૂર્યમંડળનો જન્મ થયો છે. સામા પાના ઉપર એ મૂળ નીહારિકાનું ચિત્ર આપ્યું છે. (आ. ३१) એ મૂળ નીહારિકા કમમાં કમ આપણા સૂર્યમંડળના આધામાં આવેના ગ્રહ, નેપચ્યુન સુધી તો વિસ્તાર પામેલી હશે જ.

નીહારિકા ખરતા તારા જેવા કડકાઓની બનેલી હોય છે. આ કડકામાં આપણે જેને રસાયનશાસ્ત્રમાં મૂળતત્વો કહીએ

---

* એ યંત્રમાં ઝૂમ્મરના લોલક જેવો એક ત્રણ પાસાવાળો કાચ અને બે દુરબીનો હોય છે. તેજનાં કિરણો આવા ત્રણ પાસાદાર કાચમાંથી નિકળતાં તેમનું વક્રીભવન થઇને પૃથક્કરણ થાય છે. તેઓ ત્રાંસાં થાય છે. હરેક તરેહનાં કિરણ જુદા જુદા અંશનો ખૂણો કરીને ઓછાંવત્તાં ત્રાંસાં થાય છે. આ યંત્રમાં થઇને પસાર થતાં કિરણ પોતાની અંદર આવેલી દરેક ધાતુ અને મૂળપદાર્થના, જુદા જુદા માપના અને જુદી જુદી સંખ્યામાં પટાવાળાં પોતાનાં ચિત્ર પાડે છે. તેથી કોઇ પણ જાતના તેજમાં કિયું મૂળતત્વ છે, તે ત્રાંસા થયેલા કિરણે પાડેલા ચિત્ર પરથી સમજાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ ૩૧ નીહારિકા,
જેમાથી આપણી સૂર્યમાળા ઉદ્ભવી મનાય છે તે.

पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છિયે તે વ્યાપી રહ્યાં હોય છે. એ નીહારિકા ગ્રહોના જેવા જ વેગવડે આકાશમાં ભ્રમણ કરે છે. આટલા બધા વેગને લઇને ગતિમાન પથરાઓ–કડકાઓ આપસ આપસમાં અથડાવાથી તેમાં ઘણી જ ગરમી પેદા થાય. પરિણામે આ બધા કડકા એ ગરમીને લીધે રુપાન્તર થઇને ધૂમકેતુના પુંછડા જેવું વાતરુપ ધારણ કરે એ સ્વાભાવિક છે. ગમે તેમ પણ આમ થયા પછી આ નીહારિકાની ગરમી કમી થવા માંડે. ગરમીનો ગુણ છે કે તે એક પદાર્થમાંથી નિકળી જતાં ચોતરફ ફેંકાય. આમ આ ગતિમાન નીહારિકાની બહારની બાજુએ આવેલી વર્તુળાકાર કોરણો આખી નીહારિકાના કરતાં વહેલી વધારે ટહાડી પડે. ચોતરફની કોરણ મૂળ નીહારિકા કરતાં વિશેષ ટહાડી પડે કે, મૂળ વાતરુપ નીહારિકાની સાથેનું એનું સંબંધાકર્ષણ ઓછું થાય એ પણ ખુલ્લું છે. એ કારણથી ટહાડી પડેલી વર્તુળાકાર વિંટી જેવી કોરણ મૂળ નીહારિકાથી છૂટી પડે; છતાં મૂળ નીહારિકાની સાથેને સાથે ફર્યા કરે. એટલે નીહારિકાની આજુબાજુ વિંટી ફરતી હોય એમ જણાય. આપણા સૂર્યમંડળના શનિ નામના ગ્રહની આજુબાજુ અદ્યાપિ એવી પાતળી ચપટી વિંટીઓ ફરતી જણાય છે. વિશેષ ટહાડી પડતાં આ વિંટી જાતે ભાગીને એના અંગભૂત બધા પદાર્થો એકઠા થઇને પહેલાંની પેઠે જ ફર્યા કરે. વખત જતાં આ વાતરુપ જથ્થો વધારે ટહાડો પડતાં સંકોચન પામે અને એકશાન બની એક ગ્રહ બને. મૂળ નીહારિકામાંથી છૂટો પડી ગ્રહ થઇને ફરતાં વળી એમાંથી પણ વર્તુળાકાર વિંટી છૂટી પડે. આમ થઇને જે ગ્રહ થાય તે ઉપગ્રહ કહેવાય છે. મુખ્ય નિહારિકામાંથી છૂટા પડી અસ્તિત્વમાં આવેલા ગ્રહો મૂળ નીહારિકામાંથી છૂટા પડતી વખત તેમને મળેલી ગતિને લઇને તેની આજુબાજુ ભ્રમણ કરે છે. તે જ નિયમ અને કારણને લીધે છૂટા પડેલા ગ્રહમાંથી છૂટા પડેલા ઉપગ્રહો પણ પોતે જેમાંથી છૂટા પડયા તેની જ આજુબાજુ ભ્રમણ કરતા સતા, પોતાના જનક ગ્રહની જોડે જોડે મૂળ નીહારિકાની આજુબાજુ પણ ભ્રમણ કરે છે. આ રીતે જ ચિત્રમાં આપેલી નીહારિકામાંથી આપણી પૃથ્વી અને આપણી પૃથ્વીમાંથી છૂટી પડેલી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિંટીમાંથી આપણો ચંદ્ર બન્યો છે. જે પ્રમાણે આપણી પૃથ્વી પોતાના અક્ષ ઉપર ફરે છે, તેમ આપણો ચંદ્ર પણ પોતાના અક્ષ ઉપર ફરે છે. પોતે પૃથ્વીની આજુ બાજુ પ્રદક્ષણા કરતો સતો, પૃથ્વીની જોડે જોડે મૂળ નીહારિકાના કેંદ્રનો ભાગ જે આપણો સૂર્ય તેની આજુબાજુ પણ ભ્રમણ કરી રહ્યો છે. જેમ આપણી પૃથ્વીને આપણો ચંદ્ર ઉપગ્રહ છે, એ જ પ્રમાણે આપણા સૂર્યમંડળના બીજા ગ્રહોને પણ ઉપગ્રહો—ચંદ્ર હોય છે. નીચે આપેલા કોઠામાં આપણી સૂર્યમાળાના ગ્રહો, તેમના ઉપગ્રહ એટલે ચંદ્રો, સૂર્યથી તેમનું છેટું, તેમના વાર્ષિક ભ્રમણનો કાળ, તેમની દૈનિકગતિની એટલે ત્યાંના દિવસની લંબાઈ અને પૃથ્વીની સરખામણીમાં તેમનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ—ઘટત્વ એ બધું બતાવ્યું છે.

આપણી સૂર્યમાળાના ગ્રહો.	સૂર્યથી તેમનું છેટું કેટલા લાખ મૈલ છે તે.	તેમનું વિશિષ્ટગુરુત્વ એટલે ઘટત્વ	તેમની વાર્ષિક-ગતિનો સમય.	તેમની દૈનિક-ગતિનો સમય એટલે દિવસની લંબાઇ.	તેમને કેટલા ઉપગ્રહો એટલે ચન્દ્ર છે તે.
બુધ	૩૬૦	૧·૧૨	૮૮ આપણા દિવસ.	૨૫ કલાક	૦
શુક્ર	૬૭૦	૧·૧૩	૨૨૫ ,,	?	૦
પૃથ્વી	૯૩૦	૧	૩૬૫ ,,	૨૪ કલાક	૧
મંગળ	૧૪૧૦	·૭૦	૬૮૭ ,,	૨૪½ કલાક	૨
ગુરુ	૪૮૩૦	·૨૪	૧૧·૮આપણાં વર્ષ	૧૦ કલાક	૮
શનિ	૮૮૬૦	·૧૩	૨૯·૫ ,,	૧૦½ કલાક	૧૦ અને ત્રણ વર્તુળાકાર વિંટીઓ
યૂરેનસ	૧૭૮૨૦	·૧૭	૮૪ ,,	?	૪
નેપ્ચ્યૂન	૨૭૯૩૦	·૧૬	૧૬૪·૮ ,,	૦	?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મૂળ નીહારિકામાંથી આમ છૂટા પડેલા ગ્રહોમાં જે ગ્રહ આધામાં આદ્યો–જુનામાં જુનો–એટલે પહેલો છૂટો પડેલો હોય, તેનું ઘટત્વ–વિશિષ્ટગુરુત્વ, બધા ગ્રહોના ઘટત્વ કરતાં કમીમાં કમી હોય. ઘણું કરી એવા ગ્રહોમાં મેટેલોઇડસ–એટલે ધાતુ અને અધાતુરુપી તત્ત્વ વચ્ચેના રુપના પદાર્થો જ હશે. મૂળ નીહારિકાના કેંદ્ર આગળ ભારેમાં ભારે પદાર્થ હોય. ઓછામાં ઓછા વિશિષ્ટગુરુત્વવાળા પદાર્થ બહારની બાજુએ હોય. આ પ્રમાણે આપણી મૂળ નીહારિકાનો કેંદ્રરુપ હોવાથી આપણો સૂર્ય ભારેમાં ભારે હોવો જોઇએ. આમ હોવાથી જ એની ગરમી ઘણી ઓછી ઘટે છે, માટે હજુ પણ કાયમ છે. સૂર્ય પોતાની પહેલાંની એટલે નીહારિકા રુપે હતો ત્યારની સીમા સુધી, એટલે પ્રથમ છૂટા પડેલા આધામાં આધા નેપચુન નામના ગ્રહ સુધી, પોતાની ઉષ્ણતા ફેલાવે છે. આપણે આ પ્રમાણે જોયું કે સૂર્ય તે આપણી મૂળ નીહારિકાનો બાકી રહેલો ભાગ હોઈ, તેનું કેંદ્રસ્થાન જ છે.

જ્યારે ચક્રાકાર વિંટી ભાગી જાય છે, ત્યારે એમાંથી નિકળતી ઉષ્ણતા એટલી તો હોય છે કે, તે વડે એના ભાગેલા બધા કડકા, વાતરુપ ધારણ કરે છે. આમ વાતરુપ થઈ એકશાન થએલો જથ્થો ધીરે ધીરે ટહાડો પડે છે. એમ થતાં એના અઙ્ગભૂત પદાર્થો, ટહાડા થતાં થતાં આપસ આપસમાં પોતપોતાના ઘટત્વના ક્રમમાં ગોઠવાઈ જાય છે. વધારે ઘટ તે કેંદ્ર પાસે રહી, જેમ જેમ ઘટત્વ કમી તે ત્યાર પછી, એમ રહે છે. આમ થતાં થતાં ઓછામાં ઓછા ઘટત્વવાળો ભાગ તે બહારની બાજુએ રહે છે; પછી કાળે કરીને છૂટો પડે છે. મૂળભાગ વધારે સંકોચાય છે, ત્યારે આ ઓછામાં ઓછા ઘટત્વવાળું ઉપલું પડ છેક ટહાડું થઈ જાય છે. તે વખત કેંદ્ર આગળ વધારેમાં વધારે ઘટત્વ, તેમ જ વધારેમાં વધારે ઉષ્ણતા હોય છે. નીહારિકાની કલ્પના આ પ્રકારની છે.

હવે આપણે આ નીહારિકાની કલ્પનાને અનુસરીને આપણી પૃથ્વીની સ્થિતિ સરખાવીએ. એની બહારની બાજુએ હલકામાં હલકું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાતરુપ આચ્છાદાન આવેલું છે. આ આચ્છાદનને આપણે વાતાવરણ કહીએ છીએ. એ આચ્છાદનની નીચે બીજું એનાથી ઘટ્ટ, પણ કેન્દ્ર તરફના પદાર્થો કરતાં હલકું એવું, પાણીનું આચ્છાદન આવેલું છે. આને આપણે મહાસાગર કહીએ છિયે. મહાસાગરનો વિસ્તાર પૃથ્વીના ૨ ભુ જેટલો છે. કેટલીક જગાએ ભૂકવચના પાણીના કરતાં વધારે ઘટત્વવાળા ઘનપદાર્થો પાણીના આચ્છાદનની સપાટી કરતાં ઉંચા આવેલા છે. એને આપણે જમીન કહીએ છિયે. આપણે જેટલી ઉંડાઇ સુધી નિરીક્ષણ કરી શકીએ છિયે એટલા ભાગમાં ભૂકવચમાંના ઘનપદાર્થોનું વિશિષ્ટગુરુત્વ ૨.૨૫, એટલે ચોખ્ખા પાણીના ઘટત્વ કરતાં લગભગ બમણું અગર ત્રમણું હોય છે. પરંતુ જુદી જુદી ઉંચાઇએથી કરેલા પ્રયોગો ઉપરથી સિદ્ધ થયું છે કે આખી પૃથ્વી–ભૂગોળનુ ઘટત્વ તો ૫.૫ છે. આ હકીકત ઉપરથી આપણે એમ પણ કલ્પી શકીએ છિયે કે પૃથ્વીના કેન્દ્ર આગળ વધારે ઘટત્વવાળા પદાર્થો હોવાને લીધે સમગ્ર ભૂગોળનું ઘટત્વ આવું વિશેષ હશે. વખતે ત્યાં નરી શુદ્ધ ધાતુઓ જ હશે. આ પ્રમાણે આપણી પૃથ્વી જુદા જુદા ઘટત્વવાળાં ત્રણ આચ્છાદનોની બનેલી છે. નીહારિકાની કલ્પના પ્રમાણે પણ બહુ જ ભારે ભાગ કેન્દ્ર આગળ, પછી હલકા અને પછી સૌથી હલકા, એમ પદાર્થની ગોઠવણ થાય છે, એ કહી ગયા છિયે.

વળી ભૂગોળની બહારની બાજુ–એનુ પૃષ્ટ બહુ જ ટહાડું થએલું હોય છે; પણ પૃથ્વીમાં તેની સપાટીથી ઉંડાણમાં જતાં ઉષ્ણતામાન વધતું જાય છે. એટલે સુધી કે પૃષ્ટથી વીસ મૈલની ઉંડાઇએ તો ઉષ્ણતામાન એટલું બધું વધારે હોય છે કે ત્યાં આગળ દુનિયાં પરની સઘળી જાણીતી વસ્તુઓ એ ઉષ્ણતામાનને લીધે પિગળીને પ્રવાહી રુપ ધારણ કરે. આખા ભૂગોળની સાથે સરખાવતાં ભૂકવચની જાડાઇ ઘણી જ તુચ્છ છે, એ આપણે જાણીએ છિયે. ભૂકવચને ખેરીજ કરતાં, આપણા આખા ભૂગોળનું ઉષ્ણતામાન તપીને પ્રવાહીરુપ ધારણ કરેલા લોઢાના ઉષ્ણતામાન કરતાં પણ વધારે છે. તમે ખ્યાલ કરી શકશો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કે આ પ્રમાણે આપણી પૃથ્વી પ્રથમ વાતરુપ હોઈ ધીરે ધીરે ટહાડી પડે છે, અને પરિણામે પદાર્થના ધર્મને અનુસરીને, સંકોચન પામે છે. આપણા ભૂગોળના આકાર ઉપરથી પણ આ અનુમાનનું સત્ય સમજાય છે. એના આકાર ઉપરથી કલ્પના કરાય છે કે એક કાળે ભૂગોળ અર્ધપ્રવાહી, પલાળેલી માટી જેવી સ્થિતિમાં હતો. વિષુવવૃત્ત આગળથી પૃથ્વી ફુલેલી અને તેનાં બંન્ને ધ્રુવબિંદુઓ આગળ તે ચપટી થએલી છે. મૂળ નીહારિકામાંથી છૂટાં પડતી વખત પ્રાપ્ત થએલી ગતિને લઇને પોતાના કલ્પિત અક્ષ ઉપર ચક્કર ચક્કર ફરવાથી ઉત્પન્ન થતી મધ્યોત્સારી ગતિને લીધે એનો આકાર આવો બન્યો છે. અર્ધપ્રવાહી પદાર્થ આવા સંયોગોમાં આવો જ આકાર ધારણ કરે.

પૃથ્વીનું પૃષ્ટ જે હાલ આપણે વસી શકીએ એટલું ટહાડું છે તેવું હરદમ નહતું, એ તો આપણે જોઇ ગયા. બેહદ ઉષ્ણતામાનવાળી સ્થિતિમાંથી પૃષ્ટ ધીરે ધીરે ટહાડુ પડયું છે. પૃષ્ટને એમ ટહાડાં પડતાં કેટલો કાળ લાગ્યો હશે, એ જબરો કૂટ પ્રશ્ન છે. **મોસે બિશોફે** બેસોલ્ટ રોકના ટહાડા પડવા સંબંધે કરેલા પ્રયોગોને આધારે **પ્રોફેસર હોટને** ગણત્રી કરી છે કે ૨૧૨ ° ફેરનહાઈટ ઉપરથી ઘટીને ૭૭ ° ફેરનહાઇટ ઉષ્ણતામાન વાળી થતાં પૃથ્વીને ૨૨૯૮૦૦૦૦૦૦ બે અબ્જ, બોગણત્રીસ કરોડ અને બેંશી લાખ વર્ષ લાગ્યાં હશે ! પૃથ્વી ઉપર બંધાયલાં પડોના બંધાવાના સમયની ગણત્રી જ આપણને હેબતાવી નાંખે એવી છે ! ભૂકવચને બંધાયાને કેટલો કાળ થયો હશે, એ શોધ મનોરંજક હોવાથી ઘણા વિદ્વાનો એ વિશે અનુમાન અને શોધ કરવાને આકર્ષાયા છે. જેમ શંકુ માપણીવાળા કોઇ જગાનું માપ કરતાં પ્રથમ એક શિસ્તની લિંટી મુકરર કરે છે અને પછી તેના ઉપરથી આજુબાજુનાં માપ લે છે, તેમ આ બાબતમાં પણ કંઈક ખોળી કાઢવાની જરુર છે, કે જેને આધારે આપણે એ કાળ સંબંધે અનુમાનો બાંધી શકીએ. અને તે ખોળી કાઢવાને ભૂસ્તરવેત્તાઓએ પ્રયત્ન પણ કર્યો છે. ભૂસ્તર સમયમાં એક કાળ એવો હતો કે જે વખત

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આખો યૂરોપ અને અમેરિકાનો મોટો ભાગ બરફ નીચે તદ્દન ઢંકાયલો હતો. આ કાળને **હિમસમય** કહે છે. **હિમસમય**માં પડતા હતા તેના કરતાં અમેરિકાના નાયગરાના ધોધ પોતાની અસલ જગાએથી ખસતા ખસતા કેટલા પાછા હઠયા છે, તેની ગણત્રી ઉપરથી આવી કાંઇક વિશ્વાસમય શિસ્તની લિંટી નિર્માણ કરવામાં આવે છે.

ઈ. સ. ૧૮૨૯ માં ભૂસ્તરવેત્તા **આર. બ્લેકવેલ** એમણે ગણત્રીથી નક્કી કર્યું કે નાયગરાના ધોધ તેમની પડવાની જગાથી પ્રતિ વર્ષે ત્રણ ફીટ પાછા હઠે છે. આ હિસાબે **હિમસમય**ને અંતે એ ધોધ જ્યાંથી પડતા હતા, ત્યાંથી હઠતા હઠતા હાલની જગાએ આવતાં લગભગ ૧૦૦૦૦ વર્ષ લાગ્યાં હશે, એટલે કે **હિમસમય**ને પૂરો થયાને ૧૦૦૦૦ વર્ષ થયાં હશે. મહાન ભૂસ્તરવેત્તા **લૈલ** ઇ. સ. ૧૮૪૧ માં નાયગરાના ધોધ જોવા ગયા હતા. તેમણે જે જે બાબતો ઉપરથી **બ્લેકવેલે** ઉપર કહેલો સમય નક્કી કર્યો હતો તેનું લક્ષપૂર્વક મનન કરીને એમ ઠેરવ્યું કે **હિમસમય**ને પૂરો થયાને ૧૦૦૦૦ વર્ષ નહિ, પણ ૩૧૦૦૦ વર્ષ થયાં હશે. અમેરિકાનાં સંયૂક્ત સંસ્થાનોની માપણીખાતાવાળા **જી. કે. ગીલબર્ટ**, **ડબલ્યુ. અપ્હેમ** અને બીજા ભૂસ્તરવેત્તાઓએ ઉપર કહેલા બન્ને વિદ્વાનોની ગણત્રીમાં ભૂલ થવાનાં કારણો દર્શાવીને એમ જાહેર કર્યું હતું કે **હિમસમય**ને પૂરો થયાને ૬૦૦૦થી ૧૦૦૦૦ વર્ષ થયાં હોવાં જોઇએ. વળી **જે. ડબલ્યુ સ્પેન્સર** નામનો વિદ્વાન પોતે ગણત્રી કરીને **લૈલ**ના ઠરાવને મળતો આવે છે. તે કહે છે કે **હિમસમય**ને ૩૨૦૦૦ વર્ષ થવાં જોઇએ. ભૂસ્તર સમયની આમ અમુક વર્ષોમાં ગણત્રી કરવામાં ભૂલ આવવાનાં ઘણાં જ બારાં છે, એની આપણાથી ના કહેવાય નહિ. આ સમય નક્કી કરવામાં પીટનાં પડ બંધાવામાં લાગતા વખતને ધ્યાનમાં લેવાય છે. અમે અગાડી સૂચવી ગયા છિયે એમ પિગળેલા ખનિજના દ્રવણવાળું પાણી જ્યારે ગુફાઓની છતમાંથી ઝરપે છે, ત્યારે રફતે રફતે તેમાંનો ખનિજ ઘનરુપ ધારણ કરે છે અને ઝરપવાની જગાએ છતમાંથી ઝુમ્મર ટાંગ્યું હોય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નહિ, એવી આકૃતિ બની રહે છે. આવી આકૃતિને બંધાવાને કેટલો કાળ લાગે છે એ વાત ઉપરથી આ સમય નક્કી કરવાનાં અનુમાન કરાય છે. તેમ જ અમુક પડ પાણીના ધસારાથી કયારે–કેટલી મુદ્દતમાં ખવાઇ જાય છે, તે ઉપરથી પણ આ અનુમાન દોરાય છે. પરન્તુ આ બધી બાબતોમાં ભૂલ આવવાનો ઘણો જ સંભવ છે, એ ભુલી જવું ન જોઇએ.

જૂદા જૂદા ભૂસ્તરવેત્તાઓની ગણત્રી પરથી નિર્માણ કરાયલા આ કાળમાં ઘણો તફાવત પડે છે. કેંબ્રિયન નામનો વિભાગ બંધાવા માંડયો ત્યારથી તે આજ સુધીના કાળની ગણત્રી **વોલ્કોટ** નામનો વિદ્વાન ૭,૦૦,૦૦,૦૦૦ વર્ષની કરે છે; ત્યારે **મેકજી** નામનો વિદ્વાન ૬,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ વર્ષ ઠેરવે છે! આ પૃથ્વી પ્રથમ નીહારિકા રુપે હતી એટલે **લેપ્લસ** નામના વિદ્વાનની અમે વર્ણવી ગયા છિયે એ કલ્પના માન્ય રાખીને અને ઉષ્ણતાના સ્વાભાવિક ધર્મો વગેરે ધ્યાનમાં લઇને, **સર વુલ્યમ ટોમસન** નામના વિદ્વાન ભૂસ્તરવેત્તા એવા અનુમાન પર આવ્યા છે કે, પૃથ્વીના નીહારિકા રુપમાંથી ઘનરુપમાં આવ્યાને ૨,૦૦,૦૦,૦૦૦ વર્ષથી ઓછાં નહિ, અને ૪૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ વર્ષથી વધારે નહિ એટલાં વર્ષ લાગ્યાં હશે! એ જ વિદ્વાન વધારે ખાત્રિપૂર્વક કહે છે કે ૯૮૦૦૦૦૦૦ થી વધારે નહિ અને ૨૦૦૦૦૦૦ થી ઓછાં નહિ એટલાં વર્ષ તો થયાં જ હશે! વળી **મી. કોલ** આ સમય ૬૦૦૦૦૦૦ વર્ષનો જણાવે છે. નવાજીવમયયુગના પ્રારંભને આજ ૧૫૦૦૦૦૦૦ વર્ષ થયાં હશે એમ અનુમાન કરે છે. જીવરહિત સમયથી સિલુરિયન સમય સુધી, ડેવોનિયન સમયથી ત્રિઆસ સમય સુધી અને જુરાસિક સમયથી તે હાલ સુધીના દરેક સમયને ૨૦૦૦૦૦૦૦૦ એટલે કુલ ૬૦૦૦૦૦૦૦૦ વર્ષ થયાં હશે એમ **મી. મેલાર્ડ રીડ** નામના વિદ્વાનનું કહેવું છે! કેંબ્રિયન સમયમાં મળી આવતાં પ્રાણીઓનાં શરીર સાદાં ન હોતાં ઘણાં વર્ષોનાં વર્ષો સુધી થયો હોય એવા ફેરફારવાળાં હતાં. જો કે ગોળા ઉપર આ પ્રાણીઓના પૂર્વરુપની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એંધાણીઓ રહી નથી, પરન્તુ તે હોવાં જ જોઇએ. આ કેંબ્રિયન સમયના પ્રારંભથી હાલ ૨૪૦૦૦૦૦૦૦ થી ૬૦૦૦૦૦૦૦ વર્ષ થયાં હશે, એમ મહાન ભૂસ્તરવેત્તા **લૈલ** અને **હોટનનું** ધારવું છે! **પ્રોફેસર હલ** ભૂકવચના સમગ્ર જળમળરોકનાં પડોની જાડાઇ ૧૭૭૦૦૦ ફીટની ધારે છે. **પ્રો. વુડવર્ડ** ૧૧૪૦૦૦ફીટની, **પ્રો. હક્સ્લે** ૧૦૦૦૦૦ ફીટની, **પ્રો. ફિલિપ્સ** ૭૨૦૦૦ ફીટની, અને **એચ૦ બી૦ વુડવર્ડ** ૭૫૦૦૦ ફીટની ધારે છે. એ વિદ્વાનની ધારણા પ્રમાણે ઇંગ્લિંડ અને વેલ્સમાં ભૂકવચનાં એ પડોની જાડાઇ ૫૫૦૦૦ ફીટની છે. હવે જો સાધારણ રીતે જલમળપડોની જાડાઇ ૧૦૦૦૦૦ ફીટની લઇએ —અને જો કે કેટલાંક પડો ઘણાં જ ધીમે ધીમે બંધાય છે અને કેટલાંક ઝડપથી બંધાય છે, જેમકે રેતીનાં પડો કરતાં ચૂર્ણ પાષાણનાં પડોને બંધાતાં પાંચ ગણો વધારે વખત લાગે છે—તોપણ સાધારણ રીતે દર ૧૦૦૦ વર્ષે સરેરાસ એક ફુટ જાડાઈ વધી એમ માનીએ તો ૧૦૦૦૦૦ ફીટનાં આ પડોને બંધાવાને ૧૦૦૦૦૦૦૦૦ વર્ષ લાગ્યાં હશે. આ ગણત્રી બીજી રીતે કરેલી ગણત્રીને મળતી આવે છે.

પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ અને તેના ઉપર માણસનું પેદા થવું એ બેની વચ્ચે અગણિત યુગો થઈ ગયા હશે, છતાં પૃથ્વી પર જીવની ઉત્પત્તિનો આરંભકાળ હતો, એટલું તો નિર્વિવાદિત રીતે કહી શકાય છે. **આર્ગેલના ડ્યુકે** પોતાના ગ્રન્થમાં કહ્યું છે કે—"ભૂસ્તરના યુગો ઘણા લાંબા છે, તોપણ તેમને આરંભ હતો, એ જોઈ શકાય છે. એઓ નિર્મર્યાદ સાગર સમાન નથી, પણ માત્ર વિસ્તીર્ણ સમુદ્ર જેવા છે. એ સમુદ્રના આ બાજુના કિનારા ઉપર આપણે ઉભા છઇએ અને પેલે પાર-દૂર સુદૂર-નિર્જીવ ભૂમિના પર્વતો છે. તેમની અને આપણી વચ્ચેનું અન્તર ક્રમેક્રમે ઉદ્ભવેલાં પ્રાણીઓ દર્શાવી રહ્યાં છે. એ અન્તર કેટલું છે તે કહી શકાતું નથી એ ખરું છે, પરન્તુ તે પર મત છે, એમ બેશક કહી શકાય છે."

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાંચનારને આ મનોરંજક અને આલ્હાદજનક વિષય વર્ણવી તેમના અંતઃકરણમાં અદ્દભૂત રસ ઉત્પન્ન કરવાની અમારી લાલસાને આધીન બની જઈ, અમે ઉપર પ્રમાણે વચ્ચે વચ્ચે કલ્પનાઓને અંગે બોલ્યા. હવે મૂળ વિષય ઉપર આવીશું. પૃથ્વીના આકારને લઇને કહેતા હતા ત્યાંથી અનુસંધાન કરીશું.

હાલ પૃથ્વી પોતાના કલ્પિત અક્ષ ઉપર લગભગ ચોવીસ કલાકમાં એક આંટો પૂરો કરે છે. પરન્તુ ઘણી ગણત્રીઓ કર્યાથી માલમ પડયું છે કે પૂર્વે એનો વેગ ઘણો વધારે હતો. પાંચ કરોડ અને સીત્તેર લાખ વર્ષ પૂર્વે પૃથ્વીનો દૈનિકગતિનો વેગ એના હાલના દૈનિકગતિના વેગ કરતાં લગભગ ચોગણો વધારે હતો. આમ હોવાથી એ પોતાના અક્ષ ઉપર ચોગણી ઝડપે ચાલીને પોણાસાત કલાકમાં એક આંટો પૂરો કરતી ! પરિણામે તે સમયે દિવસ આપણા હાલના દિવસની પેઠે ચોવીસ કલાકનો નહિ, પણ માત્ર પોણાસાત કલાકનો હતો ! તે કાળે આપણો ચંદ્ર જે આપણાથી હાલ ૨૩૯૦૦૦ મૈલને છેટે છે, તે માત્ર ૩૫૦૦૦ મૈલ છેટે હતો ! એક કાળે દિવસની લંબાઈ ચાર કલાકની જ અને આપણાથી ચન્દ્રનું છેટું એ આપણને ઘસાઇને ફરતો ન હોય એટલું થોડું હતું ! પૃથ્વીનો વેગ દિવસાનુદિવસ ઓછો થતો જાય છે, જેથી વિષુવવૃત આગળથી એનું ફુલેલું સ્વરુપ ઓછું થતું જાય છે અને ધ્રુવ આગળના ભાગ જે ચપટા હતા તે દિવસે દિવસે ખિલતા જઇને પૃથ્વિ ધીરે ધીરે ગોળકનું રુપ ધારણ કરે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ખણ્ડ ૨.

ભૂપૃષ્ટની પડબંધ રચના.

ભૂસ્તર વિજ્ઞાનમાં ચંચુપ્રવેશ થવાને આવશ્યક બાબતોને અંગે જરુર જોગું વર્ણન પહેલા ખણ્ડમાં કર્યા પછી, આ ખણ્ડમાં ભૂકવચની રચનાની વાત કરીશું. ખૂદ ભૂકવચના ભૂસ્તરવેત્તાઓએ કેવા કેવા વિભાગો કલ્પ્યા છે તે, તેમ જ તે તે વિભાગમાં આવેલા ખનિજ, પ્રાણી, વનસ્પતિ અને તેમાંથી ઉપલબ્ધ થતા અસ્મીભૂતસેંદ્રિય પદાર્થો સંબંધી કહીશું. ટૂંકાણમાં પડબંધ સ્તરોનો ઇતિહાસ વરણવીશું.

(૧)

ભૂગોળના પૂર્વના ઇતિહાસનાં દફતરો.

ક્ષિતિજસમસૂત્ર બંધાયલાં પડો હમેશ ક્ષિતિજસમસૂત્ર રહેતાં નથી. ઉંચાં, નીચાં અને વાંકાં ચૂંકાં થઇ જાય છે, એટલુંજ નહિ પણ વખતે તેઓ છેક ઉભાં લંબરૂપ થઇ જઇ, તેના છેડાઓનો સપાટી પર પડોદય થયો હોય તો, તે સુકી જમીન રુપે રહે છે. આમ થતાં વાતાવરણિક ઉપાધિથી તે ખવાઇ જઇને ઘસાઈ જાય છે. કાળના કાળ પર્યંત આમ જમીન રુપે રહ્યા પછી વળી જ્યારે એ પડો પાણીની નીચે આવી જાય છે, ત્યારે તેમના છેડા ઉપર વળી નવાં પડ બંધાય છે. આમ નવાં બંધાયલાં પડો નીચલાં પડોને સમાન્તર ન હોવાથી આપણે તેમને અસમાન્તર પડ કહીએ છીએ, એ કહી ગયા છીએ. કોઈ પણ પડે આમ સમાન્તરતા તજ્યા પછી પાછાં તેના પર નવાં પડ બંધાવાને ઘણો જ કાળ લાગે છે. દરમ્યાન બીજી જગાએ નવાં પડ બંધાતાં, અગર બંધાયાં પણ હોય છે. એ પણ યાદ રાખવાનું છે કે પૃથ્વી પર બંધાયલાં આ પડો તે ડુંગળીનાં છોતરાંની પેઠે ચોતરફ આખા ભૂગોળને વિંટાયલાં હોતાં નથી. કોઇ જગાએ અમુક જાતનાં પડ ન યે બંધાયાં હોય. ગુલાબના ફૂલની કળીમાં ગોઠવાયલી પાંદડીઓ જેમ એક બીજી ઉપર રહેજ આવી ગઇ હોય છે, ત્યારે વળી કેટલીક બીજી તદ્દન જુદી જ રહી હોય છે. કોઇ મોટી, ત્યારે કોઇ નાની હોય છે. એ જ પ્રમાણે ભૂકવચનાં આ પડો કોઇ જગાએ જોતાં મોટાં વિસ્તારવાળાં,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કોઈ જગાએ સ્હેજ જાડાઇનાં, કોઇ જગાએ બહુ જાડાઇનાં, ત્યારે વળી કોઈ જગાએ અમુક જાતનાં પડો બંધાયલાં જ હોતાં નથી. બંધાયા પછી પણ પડો ખસી જાય છે અને તેમ થવાથી પણ અમુક જગાએ અમુક જાતનાં પડ મળતાં નથી.

પરંતુ એક સમયમાં એક પછી એક બંધાયલાં પડોનો, **ક્રમ કદી ફરી જતો નથી.** એક જાતનાં ફોસિલો વગેરે ઉપરથી ઠેરવેલો પડસમુહ હમેશ અમુક જાતના પડસમુહની ઉપર જ આવતો હોય, તે કોઇ પણ જગાએ, કદી પણ તેની નીચે આવતો નથી. મતલબ કે ક્રમ એનો એ રહે છે.

જો પડો બંધાયાં હોય એમને એમ કાયમ રહેતાં હોય, તો આપણે ભૂકવચનું નિરીક્ષણ કરી શકીએ જ નહિ, એ ખૂલ્લું છે. ઉંડામાં ઉંડી ખાણ ત્રણ હજાર અગર ચાર હજાર ફીટથી વધારે ઉંડી હોતી નથી. તેમ શારડાથી પણ, ભૂકવચમાં રહેલી ગરમીને લઇને, વધારે ઉંડું શારાતું નથી. પરંતુ પડો સમસૂત્ર બંધાયા પછી ત્રાંસા થઈ જાય છે. વખતે છેક ઉભાં થઇ જાય છે; અને એમાં તૂટ પડે છે અને ભૂપૃષ્ટ પર આવે છે. લાક્ષણિક શબ્દોમાં કહીએ તો તેમનો પડોદય થાય છે. આમ ખૂલ્લાં થએલાં પડો આપણે તપાસી શકીએ છીએ. યૂરોપનાં જળમલરોકનાં એટલે જેમાં ફોસિલ મળી શકે એવાં પડોની જાડાઇ આશરે ૭૫૦૦૦ ફીટ એટલે ચૌદ મૈલથી વધારે છે. આમ ભૂકવચમાં થતા ક્ષોભને લઈને આપણે વધારેને વધારે ઉંડાઇમાં રહેલાં પડોનું પણ, તેમના પડોદય થયાના સબબથી, નિરીક્ષણ કરી શકીએ છીએ.

ભૂગોળ ઉપર પહેલ વહેલા બંધાયલા સખ્ત પડ–પૃષ્ટનો હજી પત્તો મળ્યો નથી. એ સકારણ છે કે એ પ્રથમ બંધાયલું પડ ભાગી તૂટી જઈ પાછું પ્રવાહીરુપ ધારણ કરે અને નીચેના ધગધગતા પ્રવાહીમાં ભળી જાય. ભાગી જઇને પાછું પ્રવાહીરુપ ધારણ કરીને નીચેના ધગધગતા પ્રવાહીમાં મળી ન જતાં, જાતે સખ્ત બનીને ટકી રહે એવું પડ બંધાતાં પહેલાં ઘણી યે વાર આવી ભાગફોડ થઈ હશે. ઘણી યે વાર પડ બંધાયાં હશે, ઘણી યે વાર ભાગી જઈ પાછાં પ્રવાહીરુપે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

થઈ ગયાં હશે. છેવટે ભાગી ન જાય એવું સખ્ત બંધાયલું પડ ઘનરુપ હોવા છતાં તપીને લાલચોળ થએલા લોઢા જેટલું ગરમ હશે. આ ધગધગતા પૃષ્ટને અડીને ભૂગોળની સઘળી બાજુઓએ તેનું વાતાવરણ આવી રહ્યું હશે. એ વાતાવરણમાં માત્ર વાતરુપપદાર્થો જ નહિ, પણ તેમાં તપેલી વરાળ પણ પુષ્કળ હશે. આ વરાળ ટહાડી પડતાં તેના થએલા પાણીના મહાસાગરો થયા છે. એ પાણીમાંથી કેટલું કે ભૂગોળમાં પ્રવેશ કરીને તેમાં સમાઈ પણ ગયું હશે. દર ચોરસ ઈંચ ઉપર હાલ વાતાવરણનું દબાણ માત્ર પંદર પૌંડ જેટલું છે. પણ તે કાળે તેનું દબાણ દર ચોરસ ઈંચ ઉપર ૫૦૦૦ પૌંડ જેટલું હતું. આ દબાણને લઇને એ પ્રથમ બનેલું પાણી ઉકળતા સીસાના જેટલા ઉષ્ણતામાનવાળું હશે. વળી વાતાવરણમાં વરાળરુપે રહેલા સોડા, મેગ્નેશિયાના કલોરાઈડ અને બીજા વાતરુપપદાર્થો આ ઉન્હી વરાળના પ્રથમ બનેલા પાણીમાં પીગળીને ભળી ગયા હશે. એમ હોવાથી ઘણું કરીને આ પ્રથમ ઉદ્ભવેલો મહાસાગર હાલના મહાસાગર કરતાં અત્યંત જ ખારો હશે.

ભૂગોળનો આ સમયનો ઇતિહાસ આપણે કલ્પીએ એટલું જ. કેમકે તે વખતનાં કશાં યે ચિન્હ હયાત રહ્યાં નથી. ઘણી વખત આ સમયને ભૂસ્તરના ઇતિહાસની પૂર્વનો કાળ એમ કહેવામાં આવે છે. પરન્તુ એ નામ યથાયોગ્ય નથી. કાં કે ખરું જોતાં નીહારિકામાંથી ગ્રહ તરીકે ભૂગોળ છૂટો પડયો ત્યારથી જ એના ઇતિહાસનો તો આરંભ થાય છે. પછી આપણને તેની સાબિતીઓ ન જડે તો યે શું? જુનાં પડોમાં સ્ફટિક કાતળીદાર પડો (શિસ્ટ્ઝ) મળી આવે છે. આ કાતળીદાર પડો અત્યંત ક્ષારવાળા મહાસાગરને તળીએ બંધાયાં હશે એમ મનાય છે. પણ આ માત્ર ધારણા જ છે. એની કાંઈ વિશેષ વજૂદવાળી સાબીતીઓ મળી નથી.

(૨)

ભૂકવચની રચના

અને તેના કલ્પેલા વિભાગ.

ભૂગોળના ઘન ભાગ ઉપરથી આપણને ભૂસ્તરનો આધાર રાખવા લાયક ઇતિહાસ જડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂસ્તવેત્તાઓ ભૂકવચના–અગર ખરું જોતાં, ભૂકવચના બંધારણના સમગ્ર સમયના પાંચ યુગ કલ્પે છે.

૧. **પુરાણ યુગ.** (Archæan) એ સમયે બંધાયલાં પડોમાં સેંદ્રિય પદાર્થો–પ્રાણી અને વનસ્પતિના અસ્તિત્વનાં બિલ્કુલ ચિન્હ જણાતાં નથી.

૨. **જુના જીવમય યુગ.** (Palæozoic) આ યુગમાં પ્રથમ ઉદ્ભવેલા જીવના અસ્તિત્વનાં ચિન્હો મળી આવે છે. આ યુગ ઘણા કાળપર્યન્ત પહોંચ્યો હતો. આ યુગને **પ્રાથમિક** યુગ પણ કહે છે.

૩. **મધ્યજીવમય યુગ.** (Mesozoic). આ યુગમાં જુદી જુદી જાતનાં પડોમાં પ્રાથમિક યુગના કરતાં વધારે ઉત્કાન્ત જીવો હતાં એમ જણાય છે. આ યુગને **દ્વિતિય** યુગ પણ કહે છે.

૪. **નવા જીવમય યુગ.** (Cainozoic). આ યુગમાં વધારે ઉત્કાન્ત થએલાં, હાલનાં જેવાં પ્રાણી અને વનસ્પતિનો ઉદય થયો હતો. માત્ર મનુષ્ય પ્રાણીના અસ્તિત્વનાં ચિન્હો મળતાં નથી. આ યુગને **ત્રીજો** યુગ પણ કહેવામાં આવે છે.

૫. મનુષ્ય પ્રાણીના અસ્તિત્વનાં ચિન્હ જડે છે ત્યારપછીના કાળને **ચોથો, ત્રીજા યુગ પછીનો,** અગર **નવો યુગ** (Anthropozoic). કહે છે.

અભ્યાસીએ એમ સમજવું નહિ કે આ બધા યુગ સરખી લંબાઇના એટલે સરખા સમયમાં બંધાયા હશે. બધા યુગોમાં પ્રાથમિક–પેલિઓઝોઇક યુગ બહુ જ લાંબા કાળ પર્યન્ત પ્રવર્ત્યો છે; અને નવો યુગ સઘળા યુગોમાં ટુંકામાં ટુંકો છે.

આ યુગોના **વિભાગો** પાડવામાં આવે છે. એવા દરેક વિભાગને ઇંગ્રેજીમાં (System) સિસ્ટમ કહે છે. સિસ્ટમના ઉપવિભાગ ઠરાવ્યા છે, એ કહી ગયા છિયે.

પૃષ્ટ ઉપરથી ખોદતા ખોદતા નીચે જતાં ઇંગ્લંડ અને યૂરોપમાં અનુક્રમે મળતા, યુગો–વિભાગો–અને ઉપવિભાગોનાં નામ નીચે આપીએ છીએ:—

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

- **ભૂકવચ.**
  - **ચોથો યુગ.**
    - આધુનિક અને ઐતિહાસિક કાળ.
    - પ્લિસ્ટોસીન.
  - **ત્રીજો, નવા જીવમયયુગ**
    - પ્લિઓસીન.
    - મિયોસીન.
    - ઈયોસીન.
  - **દ્વિતિય–મધ્યજીવમય યુગ.**
    - ક્રિટેશિયસ.
      - ડેનિયન.
      - સેવોનિયન
      - ટયૂરોનિયન.
      - સેનોનિયન
      - ગોલ્ટ–એલ્બિઅન.
      - નેકોમિયન.
    - જ્યૂરાસિક.
      - પુરબેકિયન.
      - પોર્ટલેંડિયન.
      - કિમ્રિજીયન.
      - કોરેલિયન.
      - ઓકસફોર્ડિયન.
      - બેથોનિયન.
      - બેજોસિયન.
      - લિઆસિક.
    - ત્રિઆસિક.
      - હીટિક.
      - કેમ્પર–ઉપલો ત્રિઆસ.
      - મસચેલ્કાક મધ્ય ત્રિઆસ.
      - બંટર. નિચલે ત્રિઆસ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

- **ભૂકવચ.**
  - **પ્રથમ જીવમય યુગ.**
    - **પર્મીયન.**
      - નવાં રાતી રેતીનાં પડ.
      - મેગ્નેશિયન ચૂર્ણપાષાણ.
      - માર્લ.
      - નિચલાં રાતી રેતીનાં પડ.
    - **કાર્બોનિફરસ**
      - કોલસાનાં પડ.
      - મિલસ્ટોન.
      - કાર્બોનિફરસ ચૂર્ણપાષાણ.
    - **ડેવોનિયન, જુનારાતી રેતીના પાષાણ.**
      - ડેવોનિયન
        - ઉપલ્યો
        - મધ્ય
        - નિચલો
      - જુના રાતી રેતીના પાષાણ
        - ઉપલ્યા, પીળા કિંવા રાતી રેતીના પાષાણ.
        - નિચલો.
    - **સિલૂરિયન.**
      - ઉપલ્યો.
        - લડલો.
        - વેનલોક.
        - ઉપલ્યો લેંડોવરી.
      - નિચલ્યો.
        - નિચલો લેંડોવરી.
        - કેરેડોક, બાલા
        - લેંડીલો
        - ઓરેનિક.
    - **કેંબ્રીઅન પ્રાઇમોર્ડિયલ**
      - ઉપલ્યો
        - ત્રિમેડોક સ્લેટ.
        - લિંગ્યૂલા
      - નિચલ્યો.
        - મેનેવિયન
        - હારલેક.
  - **આર્કિયન, કેંબ્રિયનની પૂર્વના**
    - લોંગમિણ્ડિયન, યુરિકોનિયન. (ડલરેડિયન)
    - ટોરિડોનિયન.
    - આર્કિયન.

ભૂકવચની નીચેનો ધગધગતો રસ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૩)

કેમ્બ્રિયન વિભાગની પૂર્વના રોકો

ભૂકવચની અંદર થતા દબાણો અને ફેરફારોને લઇને, જેમાંથી ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે એવા જુનામાં જુના રોકોની નીચેથી ઘણા જુના સ્ફટિકરોકો પૃથ્વીના પૃષ્ટ પર ધકેલાઈ આવ્યા છે. આ રોકોને આર્કિયન–પુરાણયુગના–એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓ આ રોકો તે પૃથ્વીના પ્રથમ બંધાયલા પોપડા છે, એમ માને છે. વળી બીજા ભૂસ્તરવેત્તાઓનું માનવું જુદું જ છે. તેઓ ધારે છે કે આ રોકો, જે કાળે ઘણા જ તપેલા ભૂપૃષ્ટ ઉપરનો પ્રથમ બનેલો મહાસાગર ઉકળતી હાલતમાં હતો, તે વખત તેમાં બંધાયલાં પડો છે. ટુંકામાં એ, કે આ રોકો પ્રથમ કેવી રીતે બંધાયા હશે, તે આપણે નક્કી કરી શકતા નથી. એમ એઓ ક્રિયા અનુક્રમમાં બંધાયા હશે તે નક્કી કરવાનું આપણી પાસે કશું સાધને નથી. કશા યે સાધનને અભાવે આપણાથી આ રોકોનું સંબંધપૂર્વક વય નક્કી થઇ શકતું નથી. તેવી જ રીતે આપણે એમ પણ છાતી ઠોકીને કહી શકતા નથી, કે આ રોકો ભૂસ્તરના ઇતિહાસમાંના કોઈ બીજા સમયમાં અસ્તિત્વમાં આવ્યા નહિ હોય. કોણ જાણે એ વખતે પ્રથમ બંધાયલા રોક ન યે હોય; પ્રથમ ઉદ્ભવેલા ખળખળ ઉકળતા સમુદ્રમાં ન યે બંધાયા હોય, અને કોઇ બીજા જ સમયમાં અસ્તિત્વમાં આવ્યા હોય. આ રોકો સ્ફટિક રુપે છે એ ઉપર કહી ગયા છિયે. પણ એવું સ્ફટિક રુપ તો ઘણાં કારણોને લીધે અને ખસુસ કરીને ભૂકવચની અંદર ઉદ્ભવતી ગતિને લીધે ગમે તે કાળમાં બંધાવું શકય છે.

આર્કિયન રોકોમાં **નીસ** નામનો ખનિજ પુષ્કળ મળે છે. એ નીસ ક્રમેક્રમે બદલાઇને ગ્રાનીટ નામના પત્થરનું રુપ ધારણ કરે છે એમ જણાય છે; તેમ વળી એ અબરખીશિસ્ટ્ઝ અને માટીની શિસ્ટ્ઝ રુપે પણ મળે છે. આવાં પડોમાં વચ્ચે વચ્ચે બીજા રોકોના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

થરો પણ બંધાયલા મળે છે. આ થરો જળમળરોકની પેઠે જ એટલે ઓછીવત્તી પડબંધરચનામાં બંધાયલા લાગે છે. એ થરો ચાલુ અને વિસ્તૃત બંધાયલા નથી હોતા, પણ જેવી રીતે કાર્બોનિફરસ વિભાગમાંના ફોસિલોવાળા પડોમાં ચૂર્ણપાષાણ અને ગ્રેફાઇટના થરો મળી આવે છે, તેવી રીતે બંધાયા હોય એવી સ્થિતિમાં મળે છે. ઠેકાણે ઠેકાણે એ અદશ્ય યે થઇ જાય છે. કોઇ કોઇ જગાએ ઘણી જાડાઇવાળા થઇ, પછી તરત જ પાતળા બની ગયલા જણાય છે. આવી વસ્તુસ્થિતિ ઉપરથી એમ પણ અનુમાન કરાય છે કે આ સ્ફટિકરુપવાળા આર્કિયન થરો વખતે રસાયનિક ક્રિયા વડે હયાતીમાં આવ્યા હશે. અથવા જળમળરોક તરીકે પ્રથમના ઉકળતા મહાસાગરને તળીએ બંધાયા હશે; અને બંધાયા પછી ભૂકવચના અંદરના દબાણ વગેરેને લઇને ઓછાવત્તા અવ્યવસ્થિત અને સ્ફટિકરુપમાં આવી ગયા હશે.

આપણે જોઇ ગયા છિયે કે ભૂકવચની અંદરના દબાણને લીધે જળમળરોકના જેવી પડબંધરચના હોય તે, વખતે સ્ફટિક રુપ બની યે જાય છે. ભૂકવચની અંદરનું દબાણ ક્ષિતિજસમસૂત્ર હોય છે. જો બે બાજુઓ ખસેડી શકાય એવા લાકડાના ખોખામાં રુમાલોને ઘડીબંધ ગોઠવીને છેક ઉપરના રુમાલ ઉપર પાટીયું મુકી તેના ઉપર ભાર મુકીએ અને પછી પેલી ખસે એવી બાજુઓને ખસેડીને સાંકડું કરતાં એટલે કે બન્ને તરફથી ક્ષિતિજરુપસૂત્ર દબાણ કરીએ તો રુમાલોની ઘડીબંધરચના ફરી જાય છે. તેઓ દબાઇને માંહીને માંહી વાંકાચૂકાં અને ઉંચાનીચા બની રહે છે. આવી જ રીતે ભૂકવચની અંદરનાં બંધાયલાં પડોની રચનામાં પણ ભૂકવચની અંદરના ક્ષિતિજસમસૂત્ર દબાણને લીધે ફેરફાર થઇ, મૂળ ક્ષિતિજસમસૂત્ર બંધાયલાં પડો વાંકાંચૂંકાં અને ઉંચાંનીચાં બની જાય છે. આમ હોવાથી આર્કિયન રોકોમાં દશ્ય થતી પડબંધરચના તે મૂળની છે, કે ઉપર કહી ગયા તેમ, બીજાં કારણોને લીધે બંધાયા પછી અસ્તિત્વમાં આવી છે, એ પ્રશ્નનો ખૂલાસો થઇ શકે એમ નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નીસ અને વચ્ચે વચ્ચે બંધાયલા બીજા થરો સામાન્યતઃ ક્ષિતિજસમસૂત્ર નહોતાં, છેક ઉભા લંબરુપ, અગર ઘણા ત્રાંસા, અને પ્રથમ દૃષ્ટિએ જ દબાઇને કચરાઇ ગયા હોય નહિ, એવા દેખાય છે.

આર્કિયન રોકોના ઉપવિભાગ પાડવાનો પ્રયત્ન થયો છે; અને તેમના ક્રમને અને તેમના અઙ્ગભૂત પદાર્થોને અનુલક્ષી તેમના ઉપવિભાગ પાડયા યે છે. ઉપરિતનસ્થાનની કસોટી ઉપર વિશ્વાસ રાખીએ તો એમાંના જુનામાં જુના ઉપવિભાગો મોટા મોટા સ્ફટિકોવાળા હોય છે. નવા અને ઉપરના ઉપવિભાગોના રોકો બહુધા ઝીણા સ્ફટિકોવાળા નીસ, અબરખી અને બીજી જાતની શિસ્ટ્રઝના બનેલા હોય છે.

આ રોકોમાં સેન્દ્રિયપદાર્થનાં અસ્તિત્વનાં ચિન્હો માલમ પડે છે, પણ તે વિશ્વસનીય નથી. કેનેડામાં આવેલા કેટલાક આર્કિયન રોકોમાં સર્પેન્ટાઇન અને કેલસાઇટના મિશ્રણ જેવા રોક પ્રાપ્ત થાય છે. તે રોકોમાં અમુક તરેહની રચના દૃષ્ટિગોચર થાય છે. કેટલાક પ્રાણીવિદ્યાવિશારદો એ રચના પડો બાંધનારાં ફોરામિનીફેરા નામના જંતુની રચના જેવી છે, એમ ધારે છે. આ જંતુઓને ઇઓઝૂન કહે છે. તેઓ માને છે કે આ રોકનાં પડોનાં પડો સમુદ્રને તળીએ બંધાયાં હશે. ત્યારે વળી ઘણા વિદ્વાનો માને છે કે એ રચના તે ઇઓઝૂન નામનાં પ્રાણીઓ છે જ નહિ ! એતો માત્ર એકઠા થએલા ખનિજો જ છે ! એમાં જણાતી રચના તો પ્રતિવર્ષે બંધાયલા થર જ માત્ર છે ! બેશક એ પણ ખરું છે કે આવી ખનિજ રચના ઘણી જગાએ જોવામાં આવે છે યે ખરી.

યૂરોપમાં આ આર્કિયનરોકો ઘણા વિસ્તારમાં આવેલા છે. ત્યાં તેઓ નીસ રુપે, ઝાંખા રાતી રેતીના પાષાણ રુપે અને રાખોડી રંગની સેલને રુપે મળે છે. પોતાની નીચે આવેલા પડની ઉપર આ રોક અસમાન્તર બંધાયલા હોય છે. તેમ જ એમની ઉપર આવી રહેલાં પડો પણ એમને અસમાન્તર હોય છે. એ રોકોમાં જીવડાના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચાલવાથી પડેલા લિંટા અને **ઓલેનેલસ** નામનાં ત્રિલોબાઇટ જાતિનાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલો જડે છે.

આર્કિયનરોકો બંધાવાના સમયના પાછલા ભાગમાં અને કેમ્બ્રિયન વિભાગના રોકો બંધાવાની પૂર્વે બંધાયલા કેટલાક જળમળરોક મળે છે. એ રોકોમાં વખતે આગ્નેયરોકો પણ ભળેલા હોય છે. આ રોક સમુદાયને સામાન્ય રીતે "**કેમ્બ્રિયન વિભાગની પૂર્વના**" એવું નામ આપવામાં આવે છે. સમાન્તર બંધાયલાં આ પડો ઉપર ઠેકાણે ઠેકાણે શંકુ આકારના ડુંગરાઓ આવી રહેલા હોવાથી જાણે ઇમારતો હોય નહિ એવો દેખાવ બની રહે છે. ઉપર કહી ગયા તેમ આ રોકોમાં ઝીણાં જીવડાઓના ચાલવાથી પડેલા આંકા જેને ઇંગ્રેજીમાં **એનેલિડેકસ** કહે છે તે અને **ઓલેનેલસ** જાતિનાં ત્રિલોબાઇટનાં ફોસિલો મળે છે (જુઓ **આ.** ૩૭ c.)

યૂરોપમાં નોર્વે અને સ્વિડનમાં આ રોકોનો વિસ્તાર ઘણો જ છે. સ્કોટલંડની ઉત્તરમાં હેબ્રિડીઝ ટાપુઓમાં જે આવા રોકો આવેલા છે, એ જ રોકો ત્યાંથી ચાલુને ચાલુ વધીને નોર્વે તરફ બંધાયા છે. ફિન્લેંડમાં થઇને આ રોકો રુશિયા અને યૂરલપર્વતમાળામાં ઉદ્ભવેલા જણાય છે. કાર્પેથિયન અને આલ્પ્સ પર્વતોના કેન્દ્રમાં પણ આ રોકો મોજુદ છે. એમનો છુટો છુટો વિસ્તાર બેવેરિયા, ફ્રાન્સ અને પિરિનિઝપર્વતોમાં પણ જણાયો છે. હિંદુસ્થાનમાં હિમાલયપર્વત વગેરેમાં પણ આર્કિયનરોકો ઘણા વિસ્તીર્ણ ફેલાયલા છે. હિંદુસ્થાનને લગતી ભૂસ્તરરચનાને અહ્ંગે અમે આ પુસ્તકમાં જુદો ખંડ જ આપવાના હોઇને અહીં એનું વિશેષ વર્ણન કરતા નથી. દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં ઓસ્ટ્રેલિયા અને ન્યૂઝિલેંડમાં પણ એમનું અસ્તિત્વ માલમ પડયું છે.

આ પ્રમાણે આખા ભૂપૃષ્ટ ઉપર જેમાંથી ફોસિલો મળી આવે છે, તેવાં પડોની તળે આવેલા પાયારુપ અને નીસ અને જુદા જુદા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકારની સિસ્ટ્ઝના બનેલા આ આર્કિયનરોકો બહુ જ ઉપયોગી અને જુનામાં જુના છે.

આ રોકોનો પડોદય જ્યાં નીચા અને સપાટ ભૂપ્રદેશમાં થયો હોય છે, ત્યાં કુદરતી દેખાવ એક સરખો સપાટ હોય છે. ત્યાં આપણને છક્ક કરી નાંખે એવું મનોહર સૃષ્ટિસૌંદર્ય હોય છે. ઉંચા આવેલા અને ખવાઈ ન જાય એવા ઠેકાણે ઠેકાણે આવી રહેલા ટેકરાઓને લીધે એ દેખાવ રમણીય અને ભવ્ય બની રહે છે. કોઇ જગાએ નીચી નીચી અને પહોળી ટેકરીઓ, કોઇ જગાએ નાનાં નાનાં તળાવડાં અને એના અઙ્ગભૂત પદાર્થોની ઓછીવત્તી સખ્તાઇને લીધે એ પ્રદેશનો કુદરતી દેખાવ લાક્ષણિક અને જુદાજુદા પ્રકારનો તેમ જ ઘણો આનંદદાયક થઇ પડે છે.

બ્રિટનમાં પિટરહેડ, તેમ જ એબરડીન આગળ આ વિભાગમાંથી બહુ સફાઈદાર અને ઓપ ચઢાવાય એવો ગ્રાનીટ નિકળે છે. કોનેમેરા નામના સ્થળ આગળથી સુંદર સર્પેન્ટાઇન અને આરસ નીકળે છે. નોર્વે અને સ્વિડનમાં આ રોકોમાંથી રુપાની અને લોઢાની કાચી ધાતુઓ નિકળે છે. દક્ષિણ અમેરિકામાં આ જાતના રોકોમાંથી સોનું, રુપું અને કિંમતી જવાહીર નીકળે છે. ઉત્તર અમેરિકામાં તેમ જ કેનેડા અને સંયૂક્ત સંસ્થાનોમાં લોઢાની કાચી ધાતુઓ પુષ્કળ મળે છે. ખસુસ કરીને લેકસુપીરિઅર પાસેના પ્રદેશમાંથી આવી કાચી ધાતુઓ ઘણી નિકળે છે, અને દેશ પરદેશ ચઢાવાય છે. આ પ્રમાણે આ રોકો સોનું, રુપુ, તાંબુ, સીસું, અને નિકલ જેવી ઉપયોગી અને કિંમતી ધાતુઓ અને જવાહીરનો ભંડાર જ છે.

(૪)

જૂનાજીવમયયુગ-પેલિયોઝોઇક અગર પ્રાથમિકયુગ

જે કાળમાં પૃથ્વી ઉપર ઉદ્ભિજ અને પ્રાણીઓ પહેલવહેલાં જણાયાં તે કાળને ભૂસ્તરવિદ્યાની પરિભાષામાં **પ્રાથમિકયુગ** કહે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. ખરું જોતાં ભૂગોળપર સૌથી પહેલાં ઉદ્ભિજ અને પ્રાણીઓનો ઉદય ક્યારે થયો, એ તો આપણે જાણતા નથી. આપણને એ પણ સંતોષકારક રીતે ખબર નથી કે ભૂગોળપર પહેલો ઉદય તે ઉદ્ભિજ્જનો થયો કે પ્રાણીનો અને તેમ જ એ પ્રાણીઓ રુપે કેવાં હતાં, એ પણ આપણે જાણતા નથી. જુનામાં જુનાં મળી શકેલાં ફોસિલો એ ભૂગોળ ઉપર જુનામાં જુનાં ઉદ્ભવ થએલાં વનસ્પતિ અગર પ્રાણીઓનાં ફોસિલો ન હોય, એતો નક્કી જ છે. ભૂસ્તરવિદ્યાનો વિકાસ થતો જાય છે અને વધારે ને વધારે ઉંડાં ને ઉંડાં પડોનો શોધ થતો જાય છે. એમ થતાં થતાં વખતે આપણે જેને હાલ જુનામાં જુનાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ માનીએ છિયે એના કરતાં પણ જુનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ મળી યે આવે. જુનામાં જુના પ્રાણી અગર વનસ્પતિના અસ્તિત્વના અશ્મીભૂત સેન્દ્રિય અવશેષો–ફોસિલો મળી આવે એ બહુ જ દોહ્યલું છે. એ જડવાની આશા રાખવી એ અસંભવિત જ લાગે છે. કેમકે પ્રથમ ઉદ્ભવ થએલાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ બહુ જ ઉતરતી શ્રેણિનાં અને તેમનાં અઙ્ગભૂતો ફોસિલ બનવા જેટલાં સખ્ત નહિ હોય. અગર તો જે પડબંધરોકમાં એવાં ફોસિલો બંધાયાં હોય એ પડબંધરોક જાતે જ ભૂકવચમાં સર્વત્ર થતી નાના પ્રકારની ગતિના સપાટામાં આવી ગયા વગર રહ્યા હોય એ પણ માન્યા જેવું નથી. પોતાની અંદર બંધાયલાં આવાં ફોસિલો સહિત એ પડબંધરોક વખતે એવા દબાઇ ગયા હોય, અગર તૂટી ગયા હોય, અગર મરડાઇ ગયા હોય, અગર વાંકા વળી જઇને એવડાઇ ગયા હોય, કિંવા રુપાન્તર થઈ ગયા હોય કે તેમનું મૂળ સ્વરુપ ઓળખાય જ નહિ. ભૂકવચનાં પડોને આપણે પૃથ્વીના ઇતિહાસનું પુસ્તક અને જુદાં જુદાં પડોને તેનાં પ્રકરણોની ઉપમા આપી ગયા છિયે. એ જ રુપક જાળવીને કહીએ તો, ભૂસ્તરના ઇતિહાસના આ પ્રથમ પ્રકરણનાં સઘળાં પાનાં સમૂળગાં ફાટી ગયાં છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૂગોળનો આ પ્રથમ ઇતિહાસ જેમાં લખાયો છે તે પાનાં–તે રોક–મુખ્યત્વે સુકાઇને સખ્ત બનેલા કાદવ અને સમુદ્રના તળીઆની કાંકરી રુપે હતાં. તેમાં ઠેકાણે ઠેકાણે ક્રિનોઇડ, પરવાળાં અને ખારા પાણીમાં વસનારી છીપોલીઓથી ભરપૂર ચૂર્ણપાષાણના સ્તર હતા. આ ઉપરથી જણાય છે કે એ ઇતિહાસ મુખ્યત્વે દરીઆને અહ્ગે હતો. પરન્તુ તેમાં કોઈ કોઇ જગાએ કિનારાની નિશાનીઓ, તેમ જ જંગલો, ભેજ અને કળણવાળી જગાઓ હોય એમ તે વખતના જમીનપર થનાર વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનાં થોડાં અશ્મીભૂત ચિન્હો ઉપરથી કવચિત કવચિત જણાય છે. એટલું તો ખાસ દેખાય છે કે એ બધાં પ્રાણીઓ જાતે દરીઆઇ હોવા છતાં, કિનારાની પાસે, જમીનથી બહુ દૂર નહિ એમ, એકઠાં થયલાં લાગે છે. હાલ વર્તમાનકાળમાં બને છે તેમ તે કાળે પણ જમીનપરથી ધોવાઇ ગએલા મળ ઇત્યાદિના સ્તર સમુદ્રમાં કિનારાની પાસે જ બંધાયા છે.

પ્રાથમિકયુગના આવા સ્તરો યૂરોપ અને અમેરિકામાં છેક ઉત્તરમાં બહુ બંધાયા છે. સ્કોટલંડનો વાયવ્યનો ઉચ્ચપ્રદેશ, સ્કેણ્ડિનેવીઆનો ઉચ્ચપ્રદેશ, અને ઉત્તર અમેરિકાના ઉચ્ચપ્રદેશો એ બધા બહુધા પ્રાથમિકયુગમાં બંધાયલા આ સ્તરોના જ અવશેષો છે. આ ઉચ્ચપ્રદેશો કાળના કાળ પર્યન્ત તેમની પછીથી બંધાયલાં પડોની નીચે દટાઇ રહ્યા બાદ પડોદય થઇને ભૂપૃષ્ટની સપાટી પર આવી વાતાવરણ અને ઉદકઉપાધિયોના ભોગ થઇ પડયા છે; અને ખવાઈને ખરી જઈ સપાટી પરની જમીન બની ગયા છે. આ રોકના ધસારામાંથી બનેલાં પડોની જાડાઇ જાણીએ તો તેમની વિસ્તિર્ણતાનો આપણને ખ્યાલ આવે. પ્રાથમિકયુગનાં પડોના નવો અને જુનો એમ બે વિભાગ પાડીએ. બ્રિટિશ ટાપુમાં જુના પ્રાથમિક યુગનાં પડોની જાડાઇ ૧૬૦૦૦ ફીટ એટલે ત્રણ મૈલની છે. અને એ પડો ૬૦૦૦૦ ચોરસમૈલ જેટલા વિસ્તારમાં ફેલાયલાં છે. આ બધા રોકને એકઠા કરીને પાથરીએ તો તેમના વડે સ્પેન કરતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વધારે વિસ્તારવાળો અને દરીઆની સપાટીથી ૫૦૦૦ ફીટ ઉંચાઇનો ઉચ્ચપ્રદેશ બની રહે! અગર જો ઉચ્ચપ્રદેશ ન બનાવતાં એનો પર્વત બનાવીએ તો સરાસરી ૧૮૦૦ ફીટ ઉંચી અને ૧૮૦૦ મૈલ લંબાઇની પર્વતમાળા બની રહે! એટલો બધો જળમળ જે પ્રદેશમાંથી ધોવાઈને અથવા ખવાઈને આવ્યો હશે એ મૂળ પ્રદેશની સ્થિતિ પરત્વે આપણે કાંઈયે જાણતા નથી. વખતે એ પ્રદેશ ઘણો જ ઉંચો હશે અથવા જેમ જેમ જમીનનો ક્ષય થાય તેમ તેમ અલ્પફેરફારોને લીધે ત્યાં જમીન રફતે રફતે ઉંચી આવતી હશે.

ભૂસ્તરના આ સમયમાં આગ્નેય ઉપાધિ પણ નવરી બેશી ન રેહેતાં બહુ કામે લાગી હશે. કેમકે આ પડોમાં લાવા અને જ્વાળામુખીની રાખોડી વગેરેનાં ઘણાં પડો દૃષ્ટિગોચર થાય છે. હજારો ફીટની જાડાઇનાં છાછરા પાણીમાં બંધાયલાં પડો મળે છે જેથી, એ જમીન રફતે રફતે બેસી જતી હશે એમ જણાય છે, કેમકે આવાં પડો એવી વસ્તુસ્થિતિમાં જ બંધાય.

મળેલાં જૂજ ફોસિલો ઉપરથી એ યુગમાં સેન્દ્રિય-વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના-અસ્તિત્વની માંહિતી મળે છે. બીજું એમ જણાય છે કે તે કાળે આખા ભૂગોળ ઉપર ઉષ્ણતા અને હવામાન લગભગ એક સરખું જ હશે. રુશિયા, અમેરિકાના યૂનાઈટેડ સ્વંસ્થાનો, ચીન, ઓસ્ટ્રેલિયા, બ્રિટિશ ટાપુઓ અને ધ્રુવ તરફના અંક્ષાસોમાં આવેલાં સ્થળોમાંથી પણ એક સરખાં ફોસિલો પ્રાપ્ત થાય છે, એ ઉપરથી અનુમાન થાય છે કે તે કાળે ભૂગોળપર સર્વત્ર સરખું હવામાન વગેરે હશે; એટલું જ નહિ પણ, તે કાળે એ સઘળાં સ્થળોમાં હાલના જેવી ઠંડી પણ નહિ હોય.

પ્રાથમિકયુગના પ્રથમ વિભાગના સમયમાં કરોડ વગરનાં પ્રાણીઓ તથા વર્ત્તમાનકાળમાં થતી નોટિલસ જાતના જેવાં શંખલામાં રહેનાર પ્રાણીઓ થતાં. પ્રાથમિકયુગના મધ્યકાળમાં ભૂગોળ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપર કરોડવાળાં પ્રાણીઓ દેખા દે છે. એ કાળની માછલીઓ હાલની **શાર્ક** અને **શિશુમાર** જાતની માછલી જેવી, અને નાઇલ નદીમાં થતી **પોલિપ્ટેરીસ** જાતની માછલી જેવી હતી. જમીનપર વસતાં પ્રાણીઓમાં જોવા જઇએ તો મોટા દર્દુર, દેડકાં, સાલેમેન્ડર, ટોડ વગેરે જેવાં જળસ્થળચર પ્રાણીઓ જ હતાં. મળી આવતાં ફોસિલો ઉપરથી જ તે વખતનાં પ્રાણી વગેરેનો પૂરેપૂરો ખ્યાલ બાંધી શકાય નહિ, એ દેખીતું જ છે. તે કાળે પ્રાણીઓની જાતોની જાતો ઉદ્ભવી હશે કે જેમનું નામ નિશાને રહ્યું નહિ હોય. અગર અત્યાર સુધીમાં જડયું નહિ હોય. નોવાસ્કોશિયામાં કોયલાના પડમાંથી એક ઝાડના થડીઆનું ફોસિલ મળી આવ્યું હતું. એ થડીઆમાં એક નવી જ જાતના પ્રાણીનું ફોસિલ મળી આવ્યું હતું. જો કે એ ફોસિલના વર્ગનાં દરીઆઇ પ્રાણીઓનાં ફોસિલો તો હજારો જડયાં હતાં, પણ એ કુટુંબ વિશેષનું એ એક જ ફોસિલ મળ્યું છે. આ પ્રમાણે અત્યાર સુધીમાં ન જણાયેલું કોઇ ફોસિલ અકસ્માત જડી યે જાય અને નવી જાતના પ્રાણીનું અસ્તિત્વ સાબિતે થાય. આમ આવા સંયોગોમાં પ્રતિવર્ષ કાંઇ ને કાંઈ નવી બાબત જણાય એ સંભવિત છે, છતાં આમ મળી આવતી હકીકત માત્ર છૂટી છવાઈ હોય એ પણ ખરું છે.

પ્રાથમિકયુગમાં બંધાયલાં પડો વગેરેના કેમ્બ્રિયન, સિલૂરિયન, ડેવોનિયન, કાર્બોનિફરસ અને પર્મયિન એવા પાંચ મુખ્ય વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે. જે જે જગાએ એ પડો વિશેષે ઘણી જાડાઇમાં બંધાયાં છે, તે ઉપર ખ્યાલ રાખીને તેમનાં આ નામ પાડયાં છે. વેલ્સમાં ઘણી જાડાઇમાં બંધાયલાં પડોને " કેમ્બ્રિયન " એવું વેલ્સનું જુનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. વેલ્સમાં પૂર્વે સિલૂરી જાતની વસ્તી વિશેષે હતી તે ઉપરથી વેલ્સમાં મળતા આ બીજા વિભાગને " સિલૂરિયન " કહેવાય છે. ડેવનશાયરમાં ઘણી જાડાઈમાં બંધાયલાં તે ડેવોનિયન, જેમાં ખનિજ કોયલા બહુ જ મળી આવે છે તે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કાર્બોનિફરસ–કોયલા કાર્બોનનું રુપ છે તેથી, અને રુશિયામાં પર્મ નામના સ્થળમાં બહુ જાડાં બંધાયલાં પડો તે "પર્મિયન" વિભાગ. આવી રીતે આ નામ આપ્યાં છે.

---

(૫)
કેમ્બ્રિયન વિભાગ.

જેમાંથી સૌથી પ્રથમ સેન્દ્રિય પદાર્થના અશ્મીભૂતઅવશેષો જડયાં છે એ પડોને જુદાં જુદાં નામો આપવામાં આવતાં. આ પડોમાં ગ્રેવેક નામે એક જાતની માટીનાં પડો બહુ જ બંધાયલાં છે, તે ઉપરથી શરૂઆતમાં કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓ તેમને "ગ્રેવેક" નાં પડો કહેતા. વળી આ જાતનાં પડોની નીચે આવેલાં પડોમાંથી ફોસિલો બિલકુલ જડતાં નહિ અને એની ઉપર બંધાયેલાં પડોમાં ફોસિલો બહુ મળતાં, તે ઉપરથી કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓ એમને "સંક્રાંત પડો" પણ કહેતા.

એ તો સર્વમાન્ય છે કે પ્રાથમિકયુગનાં પડોના સ્વાભાવિક ત્રણ વિભાગ હોય એમ જણાય છે. બ્રિટિશમાં પ્રાથમિકયુગનાં પડો વેલ્સમાં બહુ વૃદ્ધિંગત થએલાં છે. તે ઉપરથી એ ત્રણે વિભાગોને વેલ્સને લગતાં નામો આપવામાં આવ્યાં છે. સૌથી નીચેનાને પશ્ચિમ વેલ્સના જુના નામ કેમ્બ્રિયા ઉપરથી "**કેમ્બ્રિયન**", વચલાને ઉત્તર વેલ્સનાં રહેનારી ઓર્ડોવીસ નામની મનુષ્યની જુની જાત ઉપરથી "**ઓર્ડોવિશિયન**" અને સૌથી ઉપરનાને દક્ષિણ વેલ્સમાં વસનારી સિલૂરી નામની મનુષ્યની જાત ઉપરથી "**સિલૂરિયન**" નામ પ્રાપ્ત થયું છે. પરન્તુ આ સાદાં નામો સર્વમાન્ય થયાં નથી. આ વિષયે વિદ્વાનોમાં ઘણો ઉહાપોહ થયો હતો.

સ્વ૦ **સર રોડ્રિક મર્ચિસન** આ સમયના રોકોના પ્રથમ શોધક હોઇ, એમણે ખોળી કાઢયું કે આ વિભાગમાં જુદા જુદા પડસમુદાયો આવેલા છે, અને એ દરેક સમુદાયમાંથી પોતપોતાનાં લાક્ષણિક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ફોસિલો મળે છે. **સર** રોડ્રિકે આ સમુદાયને સિલૂરિયન એવું નામ આપ્યું. **મર્ચિસને** વર્ણવેલા રોક, અને ફોસિલોવાળા રોકસહ વિભાગો, આખા ભૂગોળપર જ્યાં જ્યાં જડયા છે, ત્યાં ત્યાં તેમને આ સિલૂરિયન નામ પ્રાપ્ત થયું છે.

જે કાળે **સર** રોડ્રિક **મર્ચિસને** દક્ષિણ વેલ્સની ભૂસ્તરરચના અને ફોસિલ વગેરે તપાસી આ વિભાગનું નામ પાડયું, તે જ અરસામાં બીજો એમના જેવો જ પ્રસિદ્ધ ભૂસ્તરવેત્તા પ્રોફેસર **સેજવિક** વેલ્સના ઉત્તર તરફના પ્રદેશમાં ભૂસ્તરરચનામાં આ જ તરેહના રોકોનું નિરીક્ષણ કરી રહ્યો હતો. એને આ રોકો **મર્ચિસનના** સિલૂરિયન વિભાગ કરતાં જુના એટલે તેમનાથી પ્રથમ બંધાયલા છે એવું ભાસ્યું. વેલ્સના એ ભાગના જુના કાળના નામ ઉપરથી એ વિદ્વાને આ રોક સમુદાયનું નામ કેમ્બ્રિયન પાડયું. આખરે આ વિભાગના મોટા વિસ્તારમાંથી સિલૂરિયન વિભાગના રોકસમુદાય જેવાં ફોસિલો મળી આવવાથી, એ તો સિલૂરિયન વિભાગ છે, એમ કહેવામાં આવ્યું. આ પ્રમાણે આ વિષયે વિદ્વાનોમાં ઘણો ઉહાપોહ થયો. **સર** રોડ્રિક **મર્ચિસન** અને એના અનુયાયીઓ પ્રતિપાદન કરે કે એ રોકસમુદાય સિલૂરિયન વિભાગનો છેક નીચેનો ભાગ છે; ત્યારે પ્રો૦ **સેજવિક** અને એના અનુયાયીઓ એમ પ્રતિપાદન કરે કે **સર** રોડ્રિક જેને સિલૂરિયન કહે છે તેનો નીચેનો ભાગ તે કેમ્બ્રિયન જ કહેવાવો જોઇએ.

સર રોડ્રિકે શોધ કરેલા વિભાગમાં પ્રથમ સેન્દ્રિય ફોસિલો માલમ પડયાં એ શંકારહિત છતાં, અને આખા ભૂગોળપર પ્રાથમિકયુગના આ વિભાગમાં એવા જ રોકો અને એવાં જ ફોસિલો માલમ પડે છે છતાં, ફોસિલસહ જુનામાં જુના વિભાગને સુગમતા ખાતર હજુ પણ કેમ્બ્રિયન વિભાગ જ કહે છે.

અમે પૂર્વે સહજ ઇસારો કરી ગયા છિયે તેમ પડોનાં નામ કહેતાં, પડો અગર ફોસિલો માત્ર જ નહિ, પણ એના બંધાયાનો સમય એ પણ સમજવાનું છે. કેમ્બ્રિયન વિભાગ કહેતાં એ વિભાગ બંધાતો હતો, અને તેમાં મળેલાં ફોસિલો જે કાળે

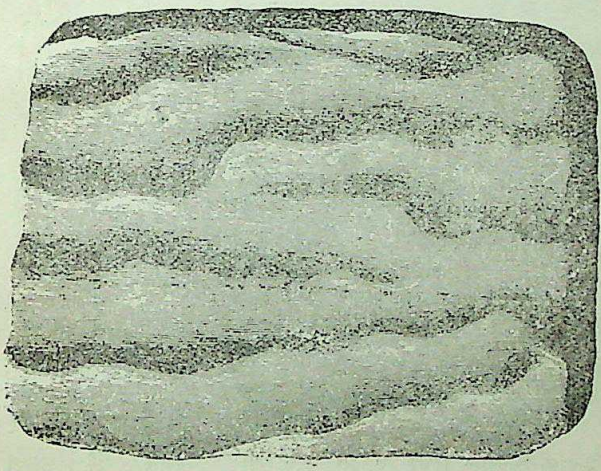
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિદ્યમાન હતાં, તે કાળ–સમય એમ પણ સમજવાનું છે. મતલબ કે એ પડો અને એ પડો બંધાયાનો કાળ બન્નેને સારૂ "કેમ્બ્રિયન" શબ્દ વપરાય છે.

આખા નીચલા પ્રાથમિકયુગની પેઠે જ, કેમ્બ્રિયન વિભાગમાં પણ સઘળા ભૂગોળ ઉપર એના અંગભૂત રોકો અને ફોસિલોનું સામ્ય જણાય છે. જ્યાં જ્યાં આ વિભાગનાં પડો જડયાં છે, ત્યાં ત્યાં તેમાં રાખોડી અને રતાશ પડતી કાંકરી, વેળુપાષાણ, ગ્રેવેક–કાળાશ પડતી ધોળી માટી—કવાર્ટઝાઇટસ્ અને કાંગ્લોમિરેટ જાતના રોકો માલમ પડયા છે. વળી એમાં શેલ અને સ્લેટનાં પડો પણ માલમ પડયાં છે. કોઈ કોઈ પ્રદેશમાં તો આ જળમળ પડો ઘણી જ જાડાઈવાળાં મળ્યાં છે. વેલ્સમાં એમની જાડાઇ ૨૦૦૦૦ ફીટની છે.

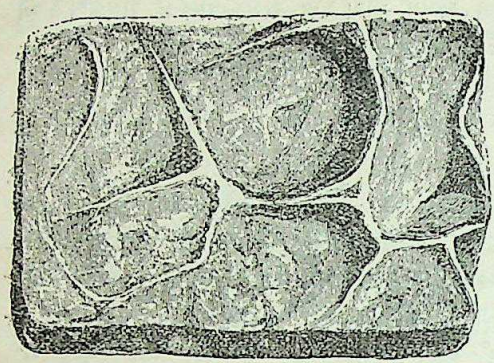
આ જળમળપડો છાછરા શમુદ્રમાં બંધાયલાં છે. નદી અગર મોટા સરોવરને આરે પાણીના તરંગો વડે પડેલાં લેરીઆં તો ઘણાએ જોયાં હશે. એ જ પ્રમાણે આ જળમળપડો માં પાણીની લહેરો આવવાથી કાંપ માં તેને લીધે 'સ્તનાકાર' ખાડા પડે છે, તેવા ખાડા ફોસિલ રૂપે



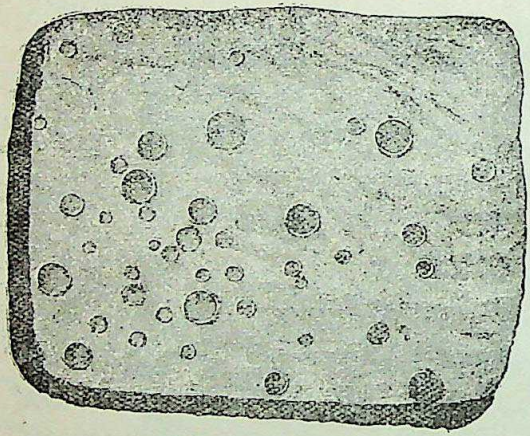
આ. ૩૨. છાછરા કિનારાપર કાંપમાં પાણીની લહેરો વડે પડેલાં સ્તનાકાર લહેરિયાંનો અશ્મીભૂત અવશેષ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આ. ૩૩. કાંપના પડમાં સૂર્યના તાપને લીધે પડેલી તડોનાં તેની ઉપર બંધાયલા પડના નિચલા ભાગમાં પડેલાં ચિન્હોનું અશ્મીભૂત રૂપ.



આ. ૩૪. રેતાળ જમીન ઉપર પડેલા વર્ષાદના છાંટાનાં ચિન્હો અશ્મીભૂતરૂપ.

મળી આવે છે. તેમાં નાના નાના કાંકરાઓનાં પડો પણ મોજુદ છે. કોઇ કોઇ જગાએ સૂર્યના તાપથી કાંપવાળા પડમાં તડો પડે છે. એ તડો,એ પડની ઉપર બંધાયલા પડના નિચલા ભાગમાં સાફ જણાઈ આવે છે. તેમજ રેતાળ જમીનપર પડેલા વર્ષાદનાં ફોરાં પણ દટાઇ જઇ તેનાં ચિન્હ પણ દૃષ્ટિગોચર થાય છે. વળી તેમાં આંતરે આંતરે જાડાં અને પાતળાં જળમળનાં પડો પણ દૃષ્ટિગોચર થાય છે. આ પાણીની લહેરોનાં સ્તનાકાર ચિન્હો, કાંકરાનાં પડ, આંતરે આંતરે ઓછીવત્તી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાડાઈવાળાં જળમળ પડો, એ બધા ઉપરથી જણાય છે કે જે કાળે આ વિભાગ બંધાયો હશે ત્યારે એ જગાએ પાણી છાછરાં હશે; અને અલ્પફેરફારને લીધે સમુદ્રનું પાત્ર ધીરે ધીરે નીચે બેસી જતું હશે. લાવા અને જ્વાળામુખીના કચરાનાં સમકાલિન પડો, તેમ જ બેઝિક લાવા વગેરે ઉપરથી અનુમાન થાય છે કે આ પડો બંધાતાં હશે તે કાળે આગ્નેય ઉપાધિ પણ પોતાનું કાર્ય કર્યે જતી હશે.

જુના પ્રાથમિકયુગનાં અને ખસુસે તેના પડબંધ રોકનાં ફોસિલોની વાત કરતાં, આ ફોસિલો સઘળી જગાએ એક સરખી સંખ્યામાં મળી આવતાં નથી, એમ ખાસ જણાય છે. ઉલટું એમ જણાય છે કે અમુક જાતિના રોકમાં ફોસિલો ઘણાં મળી આવે છે, ત્યારે બીજી તરેહના રોકમાં ફોસિલો મળતાં જ નથી. બહુધા કાંકરી અને વેળુપાષાણનાં પડોમાં ફોસિલો મળતાં નથી; ત્યારે ઝીણા કુમાશવાળી શેલ, સ્લેટ અને ચૂર્ણપાષાણ ફોસિલથી ભરપૂર હોય છે. આ ઉપરથી એમ સમજવાનું નથી કે અમુક પડ બંધાતી વખત જ ઘણાં પ્રાણી અને વનસ્પતિનો ઉદ્ભવ થયો હશે, તેથી તેમાં વધારે ફોસિલો પ્રાપ્ત થાય છે. પરન્તુ પ્રાણીઓનો વિસ્તાર થવાને અને તેમનાં ફોસિલ બન્યા પૂર્વે દટાયાને સમયે અમુક જાતનાં પડોમાં વિશેષ સાનુકુળ સંયોગો હોવા જોઇએ. હાલના વખતની જ વાત કરીએ. સમુદ્રના પાત્રમાં અમુક સ્થળે ઘણાં જ દરીઆઈ પ્રાણીઓ હોય છે. દરીઆમાંથી કચરો કાઢી નાંખીને ખોદાણ કરતાં કોઇ જગાએથી દરીઆઈ પ્રાણીઓના અવશેષો ઘણા જ અને જુદી જુદી જાતના નિકળે છે, ત્યારે વળી બીજા, વખતે એની જોડાજોડ આવેલા ભાગમાં એમના અવશેષો મળી આવતા નથી. કેટલાક ભાગમાં વનસ્પતિ બિલ્કુલ જણાતી નથી. તેમ જ પ્રાણીઓના અવશેષ પણ તદ્દન ગેરહાજર હોય છે. સમુદ્રના પાણીની સ્થિતિ, ત્યાં ઉગેલી વનસ્પતિ અને નાનાં દરીઆઈ પ્રાણીઓ ત્યાં ઉછરી શકે નહિ એવી હોય તો, એવાં ક્ષુદ્ર પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ ત્યાં થાય નહિ; અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એમ હોય તો એવાં શુદ્ર પ્રાણીઓપર ગુજારો કરનાર મોટાં પ્રાણીઓ પણ ત્યાં ન રહેતાં, જ્યાં ખોરાક મળે તેવી બીજી જગાએ ચાલી જાય, એ સ્પષ્ટ છે. વળી દરીઆના પાત્રમાં કોઇ જગાએ વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનો સારો જમાવ હોવા છતાં યે તેમના અવશેષો ટકીને ફોસિલ રુપ ધારણ કરી શકે એવી સ્થિતિ ન હોય, એમ પણ બને એવું છે. પ્રાણીઓ એટલાં થોડાં અને લાંબે લાંબે ગાળે દટાતાં હોય કે તેઓ દટાઇ જાય તે પહેલાં કહોવાણ થઇને તેઓ નાશ પામે. દટાયાં છતાં પણ ટકી ન રહે એવાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલ બને જ નહિ. પૃથ્વીના ઇતિહાસનાં આવાં પૃષ્ટો ઉકેલતાં આ બધી બાબતો આપણે યાદ રાખવાની છે. અમુક પડોમાં ફોસિલ ઓછાંવત્તાં હોય એનો આધાર તેઓ જે જે સંયોગમાં બંધાયાં હોય તેના ઉપર રહેલો છે.

જુનામાં જુનાં ફોસિલવાળાં પડો એટલે કેમ્બ્રિયન વિભાગમાં પ્રાણીઓના અવશેષ ચિન્હોનો મોટો સમુદાય મળી આવે છે. સ્વાભાવિક રીતે આપણે ધારીએ કે એ ફોસિલો જુનામાં જુનાં હોઈ બધાં સાદામાં સાદાં અને ક્ષુદ્ર પ્રાણીઓનાં હોવાં જોઇએ; પરન્તુ એમ હોતું નથી. તેઓ પ્રાણીકોટિમાં તેમની પ્રાથમિક-હલકી પંક્તિનાં પ્રાણીઓના અવશેષો નથી. બેશક તે કાળે એવાં પ્રાણીઓ હોવાં તો જોઇએ જ; છતાં સાદાં કરોડવગરનાં પ્રાણીઓના વર્ગોમાંથી કોઇનાં પણ ફોસિલ આ પડોમાંથી મળતાં નથી એટલું જ નહિ પણ એ પડોમાંથી મળતાં ફોસિલોમાં કેટલાંક તો કરોડવગરનાં પ્રાણીની પંક્તિમાં, સાદાં પ્રાણીઓ કરતાં ચઢિયાતી શ્રેણિનાં પ્રાણીઓનાં હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે શંખલામાં વસનાર માંસરુપી પ્રાણી. ફોસિલોના વર્ગોમાંથી કેટલાક વર્ગોની આવી ગેરહાજરી અને જે મળે છે તેમની શરીર રચનામાં ઘણો જ તફાવત એ ઉપરથી આપણે અનુમાન કરી શકીએ કે તે કાળે થતાં પ્રાણીઓમાંથી આપણને ફોસિલ રુપે ઘણાંજ જૂજ પ્રાણીઓ મળ્યાં છે. વળી કેટલાંક ફોસિલો તો એવી અપૂર્ણ હાલતમાં

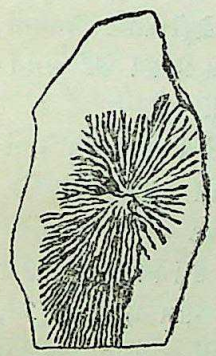
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જળવાઇ રહ્યાં છે કે તેઓ ઉદ્દભિજ છે કે, પ્રાણીકોટિનાં છે એ પણ ખાત્રી પૂર્વક કહી શકાય એમ નથી.

આ વિભાગમાં મળી આવતાં ફોસિલોમાં કેટલાંક બીજા રોક ઉપર ડાઘા ડાઘા જેવાં હોય છે. એમની જાતિને અંગે ઘણો ઉહાપોહ થયો છે. આ ડાઘા વનસ્પતિના હોય એમ દેખાય છે. એવાં ફોસિલોમાં ઇઓફિટન નામનું એક ફોસિલ જાણીતું છે. કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તા એને દરીઆઈ શેવાળ છે એમ કહે છે, ત્યારે બીજા કહે છે કે એ તો માત્ર રોક મરડાઇને એવી રીતે પડેલી દરોચલીઓ જ છે; અને એ સેન્દ્રિય અવશેષ છે જ નહિ. આવી જ રીતે બીજા સંદિગ્ધ ડાઘા તે ઓલ્કહામિયા નામનાં ફોસિલો છે. કેટલાક ભૂસ્તરવેત્તાઓ એને હૈડ્રોઝોઆ, કેટલાક સર્ટૂલેરિયા, અને કેટલાક પોલિઝોઆ કહે છે, ત્યારે વળી બીજા કેટલાક એને માત્ર ચૂર્ણએલ્જિ છે એમ કહે છે.

જુના પ્રાથમિકયુગનાં કેટલાંક લાક્ષણિક ફોસિલો હૈડ્રોઝોઆ વર્ગનાં છે, અને એ બધાંને સામાન્ય રીતે ગ્રેફ્ટોલાઇટ નામ આપવામાં આવે છે. તેમનો દેખાવ લગભગ લખવાના પિંછા જેવો હોવાના સબબે તેમને આ નામ પ્રાપ્ત થયું છે. એ મૂળ પ્રાણીઓ હાડકાં અગર ચિટન જેવા પદાર્થનાં બનેલાં હતાં, અને તેથી તેમનાં ફોસિલો પથ્થરો ઉપર કાળા કાળા ડાઘા રુપે ચોંટેલાં મળે છે. દરેક ગ્રેફ્ટોલાઇટ તે એક પ્રાણી નહિ, પણ પ્રાણીઓનો સમુહ હતો અને એ બધાં આ પ્રમાણે એકઠાં જ રહેતાં. એક લાંબો દાંડો અને તેની એક બાજુએ આ જંતુઓ થતાં. એમની કેટલીક જાતિયો સીધી, કેટલીક વાંકી,

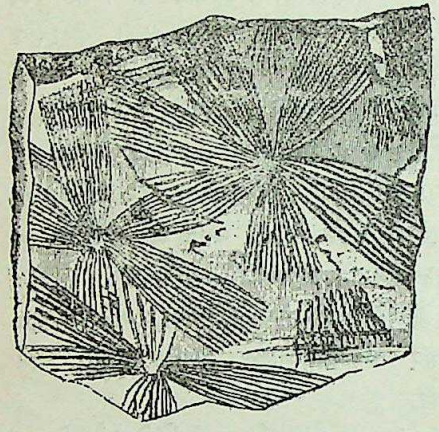


આ. ૩૫. ઓલ્ડહેમિયા રેડિએટા.

 CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કેટલીક કમાન જેવી, કેટલીક એકવડી, કેટલીક બેવડી અને કેટલીક વળવાળી થતી. કેટલીક જાતિયો સીધી સોટી જેવી દાંડી ઉપર એક એક શાખા નિકળી હોય એવી અને કેટલીકમાં દાંડી ઉપર બન્ને બાજુએ શાખાઓ નિકળેલી હોય તેવી, ત્યારે વળી કેટલીક એક ડાળી ઉપર બે, ત્રણ કે તેથી યે વધારે પાંખડાં નિકળ્યાં હોય એવી થતી. કેટલીક વ્યક્તિયોમાં તો દાંડી ઉપર છૂટી છૂટી પાંખડીઓ નિકળી બધી એક મધ્ય-બિંદુ આગળ જોડાયલી હતી. સ્કેણ્ડિનેવિયામાં કેમ્બ્રિયન વિભાગમાં મળી આવતું લાક્ષણિક ફોસિલ ડિક્ટિઓનેમા હૈડ્રોઝોઆ વર્ગનું છે. ગ્રેપ્ટોલાઈટ જાતનાં પ્રાણીઓ સિલૂરિયન વિભાગનાં લાક્ષણિક ફોસિલ લેખાય છે. એમનું વિશેષ વર્ણન એ વિભાગનું વર્ણન કરતાં કરીશું.



આ. ૩૬. હૈડ્રોઝોઆ–ડિક્ટિઓનેમા.

કેમ્બ્રિયન વિભાગમાં **એકિનોડર્મેટા** જાતિનાં પ્રાણી પણ થતાં હતાં, પરંતુ તેમના શેષભાગ ઘણા જ થોડા અને કવચિત મળે છે. કેમ્બ્રિયન સમયના દરીઆના તળીઆમાં **ક્રિનોઇડ** જાતનાં પ્રાણીઓ થતાં હતાં. આ પ્રાણીઓને તેમના નાળસહિત કમળના ડોડવા જેવા આકારને લઇને "**પત્થરનાં પોયણાં**" એવું નામ પ્રાપ્ત થયું છે. એ જાતિનાં પ્રાણીઓમાંથી સિસ્ટિડીન અને સ્ટારફીશ નામનાં પ્રાણીઓ વર્તમાન સમયમાં પણ મળી આવે છે.

કેમ્બ્રિયન વિભાગના રેતીવાળા તેમ જ કાંપવાળા દરીઆના પાણીમાં ઘણી જાતના કીડાઓ થતા. આ કીડાઓનાં ફોસિલો તો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

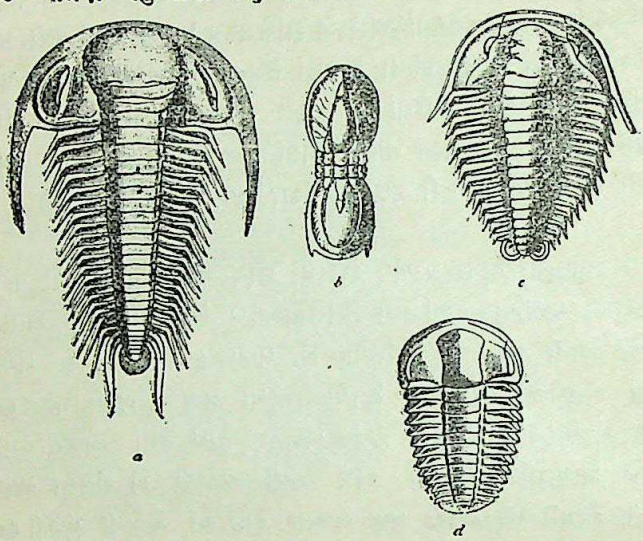
રહ્યાં નથી. આ કીડાઓ વર્તમાન સમયમાં થાય છે એવા જ માંસરુપી હોવાથી તેમનાં શરીરોએ ફોસિલરુપ ધારણ કરેલું નથી. પરંતુ ભીની રેતીમાં અગર ભીના કાંપમાં તેમના પેટે ચાલવાથી પડેલા લિંટા અને તેમણે ખોદેલાં દર પુષ્કળ સચવાઇ રહ્યાં છે; આ લિંટા અને આ દરો એ તદ્દન નાશ પામેલાં પ્રાણીઓની તે કાળે હયાતી હતી એની ગવાહી પૂરી રહ્યાં છે. આ. ૪૨ જુઓ.

જુનામાં જુના પડબંધ રોકોમાં સૌથી વધારે મળી આવતાં તે સમયનાં લાક્ષણિક ફોસિલો તે ત્રિલોબાઇટ છે. આ નામ સામાન્ય હોઇ તેમની ઘણી યે જાતિયો છે. ઘણા કાળથી નિર્વંશ ગએલાં આ પ્રાણીઓ સપટલ હોઇને બહુધા ત્રણ બૂટોવાળાં હતાં. એમને એક મોટી ઢાલ જેવું બખ્તર હોઇ તેમાં એમનું માથું અને માથામાં ફરે નહિ એમ જડી લીધેલી બે સંયુક્ત આંખો હતી. એમને બીજે છેડે પણ બખ્તર હોઇ ત્યાં એમની પુંછડી હતી. આ બે બખ્તરની વચ્ચે આવેલો ભાગ વિંટી વિંટી જેવો હોઇ ગમે તેમ વળી શકે એમ હતું. આમ હોવાથી આ પ્રાણી પોતાનું માથું અને પુંછડું એક બીજાની પાસે આણીને ગોળ દડા જેવું થઇ શકતું. વર્ત્તમાન સમયમાં શેળો–જે પ્રાણી સાપનો શિકાર કરે છે–એ પ્રમાણે માથું અને પુંછડી પાસે આણીને ચોતરફ કાંટા-કાંટાવાળો ગોળ દડો હોય એમ બની જાય છે એતો વાંચનારને ખબર હશે. ત્રિલોબાઇટનાં પટલના અને સાંધાસાંધાવાળા શરીરના કદના તફાવતને લીધે, તેમ જ એમના શરીરના સાંધાની ઓછીવત્તી સંખ્યાને લીધે, તેમની ઉત્પન્ન થતી પાંસળીઓને લીધે અને એવા જ બીજા તફાવતોને લીધે જુનામાં જુનાં ફોસિલોવાળાં આ પડોમાં આ પ્રાણીઓની ઘણી વિવિધ જાતિયો અને ઉપજાતિયો માલમ પડી છે. પ્રથમની જાતોમાં કેટલીક સહુથી મોટી હતી. એમની એક પેરેડોકસાઇડીસ નામની જાતનું પ્રાણી બે ફીટ લાંબુ હતું. એ જ કાળે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કેટલીક જાતિયો બહુ નાની પણ હતી. ત્રિલોબાઇટમાં નાનામાં નાની



આ. ૩૭. કેમ્બ્રિયન સમયનાં ત્રિલોબાઇટ.

a. પેરેડોકસાઇડીસ બોહીમિકસ. b. એગ્નોસ્ટસ પ્રિન્સેપ્સ.
c. ઓલેનસ મૈકૂરસ. d. ઇલિપ્સોસીફેલસ.

ઉપજાતિ એગ્નોસ્ટસ કરીને હતી.એ પ્રાણી ભાગ્યેજ ચતુર્થાંસ ઇંચનું થતું. એ પ્રાણી સિલૂરિયનના નિચલા ભાગ સુધીમાં મળે છે. આ પ્રાણીને આંખ જ નહોતી; એટલે આંધળું હતું. પણ બાકીની ઘણી ખરી ઉપજાતિયોને આંખો હતી. કેટલીક ઉપજાતિયોને સંયુકત આંખો હતી એ અમે કહ્યું છે. સંયુકત આંખ એટલે જો કે આંખ એક, પણ તે પાસાદાર હોઇને તેને ચૌદ પેલ હતાં. કેટલીકને તો આ પેલ ૧૫૦૦૦ સુધી હતાં ! દરેક પેલ જુદી આંખની જ ગરજ સારતું. એટલે તેને ૧૫૦૦૦ આંખો હતી ! આ ત્રિઓલાઇટ બહુધા રેતીવાળા અને કાંપવાળા પાત્રમાં બહુ થતાં, કેમકે એવાં પડોમાંથી તેમનાં ફોસિલો ઘણાં મળી આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રાથમિકયુગના પ્રથમ ભાગના સમયના દરીઆમાં સપટલ ઉપવર્ગનાં પ્રાણીઓની એક જાતિ ઘણી જ ફેલાયલી હતી. એ જાતિને ફિલોપોડ્સ નામ આપવામાં આવ્યું છે. એ પ્રાણીને બન્ને બાજુએ ઢળતાં બે પટલો હતાં. એ પટલો વડે એનું માથું અને શરીર ઢંકાતું, પરંતુ એનું પુંછડું પછવાડી ખૂલ્લું રહેતું. કદે એઓ બહુધા નાંનાં હતાં. આ સમયનું લાક્ષણિક પ્રાણી તે હિમેનોકેરિસ નામનું હતું. એ ફિલોપોડ્સની જ એક ઉપજાતિનું હતું.

પ્રાણીકોટિમાં **માંસરુપી** પ્રાણીના જેટલું બીજું કોઇ પ્રાણી ભૂસ્તરવેત્તાઓને મન ઘણું અગત્યનું નથી. વર્ત્તમાન સમયમાં દરીઆ કિનારે ફરતાં સમુદ્રવાસી જીવોના શેષભાગો નજરે પડે છે. તેમાં બહુધા શંખલાં અને છીપોલિયો હોય છે. તેઓમાં કોઇ તાજાં મરી ગયલાં, કોઈ સ્હેજ ખત્રાઈ ગયલાં અને કોઇ તદ્દન ખવાઇ ગયલાં હોય છે. એટલું જ નહિ પણ તેમના ભાગીને ભુક્કો થઇ ગએલા અવશેષો દરીઆકાંઠાની સફેદ રેતી બની ગએલા જણાય છે. એ જ પ્રમાણે ગતકાળમાં પણ સમુદ્રનાં તળીઆં, કાંઠા અને કિનારા પણ આવાં માંસરુપી પ્રાણીઓના અવશેષોથી જ ભરેલા હતા. આથી બહુધા તેમના અવશેષો જ ફોસિલ રુપે સચવાઇ રહ્યા છે. આવાં પ્રાણીઓ પુષ્કળ અને તેમનો ફેલાવો પણ ઝાઝો હોવાથી, જુદા જુદા દેશનાં અને જુદા જુદા સમયનાં પડોમાંનાં પ્રાણીઓની સરખામણી કરવામાં એમનાં જેવાં બીજાં કોઇ પણ પ્રાણી ઉપયોગી નથી.

એ ખાસ મનોરંજક અને અગત્યનું છે કે પ્રાણીઓના અવશેષના ફોસિલવાળાં જુનામાં જુનાં પડોમાં આ માંસરુપી પ્રાણીઓ મળી આવે છે, અને એ પ્રાણીઓની સંતોષકારક વર્ગણી પાડી શકાય છે. મળી આવતાં ફોસિલોમાં માંસરુપી પ્રાણીઓમાંની **બ્રેચિયોપોડ** જાતિનાં ફોસિલો પુષ્કળ મળે છે. બ્રેચિયોપોડની **લિંગ્યૂલા** અને ડિસ્સીના નામની ઉપજાતિયો ખાસ ચિત્તાકર્ષક છે; કારણ કે તેઓ જુનામાં જુનાં માંસરુપી પ્રાણીઓ હોઇ તેમનો વંશ

આ. ૩૮. કેમ્બ્રિયન બ્રચિયોપોડઃ—લિંગ્યૂલેલા ડેવિસીઇ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આખા ભૂસ્તરસમયમાં અખંડ નભી અદ્યાપિ ચાલે છે. વર્ત્તમાનકાળમાં પણ સમુદ્રોમાં આ વર્ગનાં જીવંત પ્રાણી મળે છે. વળી વધારેમાં જુનામાં જુના પ્રાથમિકયુગથી માંડીને આજ સુધી ટકી રહ્યા છતાં, તેમના અઙ્ગમાં ઉત્ક્રાંતિ થઇ કાંઇ ફેરફાર થયો નથી. હાલનું એ ઉપજાતિનું પ્રાણી જુનામાં જુના એ ઉપજાતિના એના પૂર્વજ જેવું જ હોય છે. ક્રેમ્બ્રિયન સમયમાં આ બ્રેચિયોપોડ પૂષ્કળ થતાં એટલું જ નહિ, પણ તેમની જાતિયો અને ઉપજાતિયો પણ ઘણી હતી. આમ હોવાથી ક્રેમ્બ્રિયન સમયને વખતે **'બ્રેચિયોપોડ'નો યુગ** કહેવામાં આવે છે.

બે છીપોવાળાં **લેમેલિબ્રેન્ચ** ઉપવર્ગનાં પ્રાણીઓ પણ ક્રેમ્બ્રિયન સમયમાં હતાં, એમ જણાય છે. એ જુનાકાળ પછીના સમયમાં આ જાત પૂષ્કળ વધી હતી. વધતાં વધતાં વર્ત્તમાનકાળમાં તો આનો વિસ્તાર ઘણામાં ઘણો થયો છે. ટેનોડોન્ટા નામની આની એક ઉપજાતિ ક્રેમ્બ્રિયન સમયમાં પણ હતી. મોડિયોલોપ્સિસ નામની બીજી એક ઉપજાતિ પણ તે કાળે હતી. આ બન્ને ઉપજાતિયો અનુક્રમે વર્ત્તમાન કાળની "આર્કશેલ" અને " મસેલ" જાતોને મળતી હતી.

હાલના સમુદ્રોમાં પૂષ્કળ મળી આવતાં, સામાન્ય શંખલામાં રહેતાં **ગેસ્ટ્રોપોડનો** પણ તે કાળે ઉદય થયો હતો. તેમની એક ઉપજાતિ બેલેરોફોન (આ. ૪૫) કરીને થતી. વેલ્સમાં લિંગ્યૂલાફ્લેગ જાતના પત્થરાનાં પડોમાંથી બેલેરોફોનનાં ફોસિલો પ્રાપ્ત થાય છે.

માંસરુપી પ્રાણીઓની ઉંચામાં ઉંચી શ્રેણિનો ઉપવર્ગ **સિફેલોપોડ** છે. વર્ત્તમાન સમયમાં થતી **નોટિલસ** અને **કટલ** જાતની માછલીઓ આ જાતિની છે. પ્રાથમિક અને દ્વિતિયયુગમાં સિફેલોપોડ્સની ઉત્પતિ પૂષ્કળ હતી. જેમ એમની સંખ્યા બહુ હતી, તેમ જ તેમની જુદી જુદી જાતિયો અને પેટાજાતિયો પણ બહુ હતી. સિફેલોપોડ વર્ગના બે મોટા ગણ પડાયલા છે. એમાનાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એક ગણનાં પ્રાણીઓના સખ્ત ભાગો શરીરની અંદરની બાજુએ હોઇ, તેમાં ઓરડા જેવા વિભાગો બિલ્કુલ નહોતા. બીજા ગણનાં પ્રાણીઓના સખ્ત આવરણના બન્ને વિભાગની વચ્ચે નળી જેવો રસ્તો હોઇ એક વિભાગમાંથી બીજા વિભાગમાં જવાય એવું હતું. વર્ત્તમાન સમયમાંની કટલ, પેપરનોટિલસ અને સ્કિવડ જાતની માછલીઓ આ પહેલા ગણની છે. બીજા ગણનાં પ્રાણીઓમાં હાલના સમયની પર્લિનોટિલસ નામની માછલી જ માત્ર હસ્તીમાં છે. પ્રાથમિકયુગનાં બધાં સિફેલોપોડ્સ વિભાગોવાળાં અને સખ્ત આવરણવાળાં હતાં. એઓમાં કેટલીક જાતોનાં શંખલાં સિધાં અને કેટલીક જાતોનાં જુદી જુદી રીતનાં વાંકાં વળેલાં હતાં. કેમ્બ્રિયન સમયનાં સિફેલોપોડ્સનાં ફોસિલો હજુ સુધીમાં થોડાં જ મળ્યાં છે. પણ એની ઓર્થોસિરાસ નામની એક ઉપજાતિનાં ફોસિલ ક્વચિત ક્વચિત મળે છે, તે ઉપરથી એ જુના સમયમાં પણ ભૂગોળ ઉપર માંસરુપી પ્રાણીઓની આ જાતિનું અસ્તિત્વ હતું એમ જણાય છે.

વેલ્સના જુના નામ કેમ્બ્રિયા ઉપરથી પડેલા આ નામ પરથી જ ખુલ્લું જણાય છે કે આ રોકો વેલ્સમાં બહુ બંધાયા છે. વેલ્સ અને ઈંગ્લાંડની સરહદ ઉપર આવાં પડોની જાડાઈ ૨૦૦૦૦ ફીટથી પણ વધારે છે. તેમ જ આયરલેંડની પૂર્વમાં અને સ્કોટલંડની વાયવ્યમાં પણ આ પડો વધારે બંધાયાં છે. ત્યાં પુષ્કળ રાતી રેતીના પાષાણો અને કાંગ્લોમિરેટના રુપમાં એઓ મળી આવે છે. ફ્રાન્સથી રુશિયા સુધી અને સ્વિડનથી બોહિમિયા અને છેક સાર્ડિનિયા સુધી પણ, આ સમયનાં પડો દેખા દે છે. અમેરિકામાં યુનૈટેટસ્ટેટમાં, કેનેડામાં અને ચીનમાં પણ એ જણાયાં છે.

જે પ્રદેશમાં કેમ્બ્રિયન સમયમાં બંધાયલા રોકોનો પડોદય થઇને તેઓ ભૂપૃષ્ઠપર આવ્યાં હોય છે, તે દેશનો કુદરતી દેખાવ બહુ સુંદર હોય છે. સપાટ પ્રદેશમાં ઠેકાણે ઠેકાણે એના એકદમ સીધા પર્વતો ઉગી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નિકળ્યા હોય નહિ એમ જણાય છે; અને લીલોતરીથી છવાયલા આ પર્વતોનો દેખાવ મનોરંજક હોય છે.

આ સમયનાં પડોમાં વખતે રુપું, તાંબું, અને સોનાનાં વળાં મળી આવે છે. એ શિવાય વ્યવહારુ ઉપયોગી પદાર્થો ઝાઝા મળતા નથી.

(૬)

સિલુરિયન વિભાગ

આ વિભાગનું નામ સિલુરિયન કેમ પડયું એ વિષે કહી ગયા છિયે. આ નામ જેને લગાડાય છે એ વિશાળ પડસમુદાય વેલ્સ અને સ્કોટલંડમાં આવેલો છે. ત્યાં એ ઘણા હજારો ફીટની જાડાઇ નો છે. આ પડસમુદાય એની તરત જ તળે આવેલા કેમ્બ્રિયન સમયનાં પડોની સાથે એકમેક થઇ જાય છે. આ પડસમુદાય પણ કેમ્બ્રિયન વિભાગનાં પડોની પેઠે ગ્રેવેક, વેળુપાષાણ અને શેલ અગર સ્લેટનો બનેલો છે. પરન્તુ કેમ્બ્રિયન કરતાં વિશેષતા એટલી છે, કે એમાં કોઇ કોઈ ઠેકાણે ચૂર્ણપાષાણના થરો આવે છે. આ ચૂર્ણપાષાણ રોક આ કાળથી આરંભી આખા ભૂસ્તરસમયમાં, તે છેક વર્તમાનકાળ પર્યંત, ઊત્તરોત્તર વધતો જતો જણાય છે. આ વિભાગમાં કાળી, કાર્બોનવાળી શેલની ખાસ ખાસિયતવાળાં પડો ઘણા વિસ્તારમાં વધેલાં જણાય છે. આ શેલનાં પડોમાં ગ્રેપ્ટોલાઇટ જાતિનાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલો પુષ્કળ મળે છે. ઘણી જગાએ આ શેલની અંદર પાઇરાઇટીસ બહુ હોય છે. જ્યારે આ પાઇરાઇટીસવાળી શેલ ખવાઈ જાય છે, ત્યારે તેના ખવાયલા ભાગમાંથી ફટકડી ઉત્પન્ન થાય છે. આ પડોમાંથી લોહમિશ્રિત પાણીના ઝરા પણ ઉત્પન્ન થાય છે. આવા થરોને "ફટકડીની શિસ્ટ્ઝ" પણ કહે છે. વેલ્સમાં તેમ જ ઇંગ્લંડમાં ઉત્તરે જ્યાં રમણિય સરોવરો આવી રહેલાં છે, તે પ્રદેશમાં સિલુરિયન સમયમાં સમુદ્રને તળીએ ઉદ્ભવેલા જ્વાળામુખીઓની નિશાનીઓ દૃષ્ટિગોચર થાય છે. સિલુરિયન સમયમાં સમુદ્રના પાત્રમાં ફાટી નિકળેલા જ્વાળામુખીઓનાં આવાં ચિન્હો દક્ષિણ સ્કોટલંડમાં પણ મળી આવે છે, પણ તે થોડાં. આ ચિન્હો સિલુરિયન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સમયમાં બંધાયલાં પડોમાં આંતરે આંતરે જ્વાળામુખીમાંથી નિકળેલા ટફ અને જુદી જુદી તરેહના લાવા રુપે દૃષ્ટિગોચર થાય છે.

રશિયા, ન્યુયોર્ક વગેરે જગાએ આ સિલુરિયન પડો બંધાયાં ત્યારથી આજ સુધી કાંઇ ફેરફાર થયા વગર એવાં ને એવાં રહેલાં છે. છતાં સામાન્યતઃ તેઓ ખોદાઇ ગયાં છે, ધોવાઈ ગયાં છે, ખસી ગયાં છે અને તૂટવાળાં થઇ ગયાં છે. નોર્વે અને સ્કોટલંડમાં તો આ પડો એટલાં તો કચરાઇ ગયાં છે કે તેમણે અબરખીશિસ્ટ્ઝનું રુપ ધારણ કર્યું છે.

મર્ચિસને સિલુરિયન વિભાગનો ઉપલો અને નિચલો એમ બે ભાગ પાડયા હતા. આ ભાગો હજુ પણ એ જ નામે ઓળખાય છે; પણ તેમની સીમા અને તેમની અંદર આવેલા પડસમુદાયનાં નામ એ ને એ રહ્યાં નથી.

સિલુરિયન સમયનાં ફોસિલો જોવા જઇએ તો કેમ્બ્રિયન સમયમાં જણાયલાં પ્રાણીઓ વગેરે કાયમ રહ્યાં છે; તેમ તેઓમાં વધારો થયો છે. આ સમયમાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ બન્ને કોટિયોનાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે.

પહેલાં સિલુરિયન સમયની વનસ્પતિની વાત કરીએ. તે સમયની વનસ્પતિ નજીવી અને દરિયાઈ છોડવારુપે જ માત્ર હતી. આવી વનસ્પતિનાં ફોસિલો બીજા પત્થરો ઉપર કેવળ ડાઘા ડાઘા રુપે રહે છે. કેમ્બ્રિયન સમયની વનસ્પતિનાં આવાં ડાઘા ડાઘા જેવાં ફોસિલો તે વનસ્પતિનાં ફોસિલો નહોતાં એ આપણે જાણીએ છિયે. ફોસિલ માનેલામાંનાં કેટલાંક કીડાઓ અગર સપટલ કિંવા બીજાં પેટે ચાલનારાં પ્રાણીઓના સમુદ્રના પાત્રની અંદરના ભીના કાંપ વા રેતીમાં ચાલવાથી પડેલા લિંટા માત્ર છે. વળી કેટલાંક તો પાણીના ટપકવાથી થએલા ખાડાઓમાં બીજા પદાર્થો પૂરાઇને થએલા ઢાળા છે; અને કેટલાંક તો પડોના ખાસ તરેહના દબાણને લઇને પડેલી કરચલીઓ છે એમ જણાયું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આમ છતાં પણ દરિયાઇ છોડવાનાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે, એ વાત તો સિદ્ધ છે. એવાં કેટલાંક ફોસિલો વર્ત્તમાન સમયમાં મળતી એ પ્રકારની વનસ્પતિની પેઠે ઝીણી ઝીણી ડાંખળીઓ જેવાં હોય છે.

ઉપલ્યા સિલૂરિયન પડોમાં મળી આવતાં અપુષ્પ વનસ્પતિનાં બીજઅંડ (spores) અને થડનાં ફોસિલો ઉપરથી તે કાળમાં જમીન પર થતી વનસ્પતિની હયાતિ સાબિત થાય છે. એવી વનસ્પતિયોમાં પ્રાથમિકયુગના શરુઆતના કાળમાં લિકોપોડ્સ–કલબમોસ અને ફર્નની જાતો મુખ્યત્વે જણાય છે. આ જાતિની વનસ્પતિ વધતાં વધતાં કાર્બોનિફરસ સમયમાં તો તેમનો ફેલાવો ઘણો જ થયો હતો, એ વિશે આગળ યોગ્ય સ્થળે લખીશું. સિલૂરિયન સમયની વનસ્પતિને અંગે માત્ર કલ્પનાથી જોઇએ તો તેનો ઝાંખો ખ્યાલ આવે છે કે, તે સમયે ફર્નનાં ઝાડો ડોલી રહ્યાં હશે. જોડે જોડે એ ઝાડો કરતાં ઉંચાં વધેલાં લિકોપોડ્સના પેરીઆં પેરીઆં અને ખોભણવાળાં થડ ડોકિયાં કરી રહ્યાં હશે; અને આ વૃક્ષોની છોડાં અને ખોભણવાળી ડાળીઓ ચોતરફ ફેલાઇને પોતાના સખ્ત છોડાવાળા અને શંકુ આકારના કોન જમીનપર વર્ષાવી રહી હશે.

હવે સિલૂરિયન સમયનાં પ્રાણીઓની વાત ઉપર આવીએ. કેમ્બ્રિયન સમયના કરતાં આ સમયનાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલો ઘણી ઉપજાતિયોનાં, સુધારો થએલાં અને સારી રીતે જળવાઈ રહેલાં હોય છે. સાદાં ફોસિલોમાં ફોરામિનીફેરા અને વાદળીનાં જીવડાં મળે છે. ફોરામિનિફેરા એ સરેસ જેવા પદાર્થનું બનેલું ઝીણું પ્રાણી છે. એ પ્રાણી કેમ્બ્રિયન સમયમાં હતું અને છેક વર્ત્તમાન કાળમાં અત્યાર સુધી પણ અસ્તિત્વમાં છે. આ પ્રાણીઓને કાંઈ ખાસ અવયવો નથી હોતા. એ માત્ર પારદર્શક ટપકા જેવું જ જણાય છે. એની કેટલીક જાતિયોમાં પાણીમાં પિગળેલો ચૂનો લેઇને તેના વડે પોતાનું સખ્ત

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

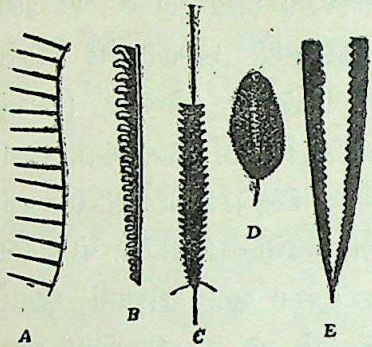
ચુનાવાળું આવરણ–છીપોલી બનાવવાની શક્તિ હોય છે. ખૂદ પ્રાણી આ છીપોલીમાં રહે છે. એના શરીરમાંથી ફણગાની પેઠે શરીરનો અમુક ભાગ લંબાઇને બહાર નિકળે છે. પોતાના શિકારની આજુબાજુ આવા ફણગા ફરી વળી એને ઘેરી લઈ પોતાના અંગમાં પચાવી દે છે. એ જ એના હાથ, અને એ જ એનુ પેટ! આ પ્રાણીઓની વળી બીજી જાત છે. એ જાત રેતીનાં રજકણો જોડી દઇ તેના વડે પોતાનાં વેષ્ટન–ઢાંકણો બનાવે છે. ભૂગોળ ઉપરના જુના દરીઆમાં રહેનારાં આવાં પ્રાણીઓનાં ઢાંકણો ફોસિલ રુપે મળે છે. દરીઆઓમાં આવાં પ્રાણીઓની કેટલી જાતિયો વર્ત્તમાન સમયમાં પણ અસ્તિત્વ ધરાવે છે. કેમ્બ્રિયન અને સિલૂરિયન સમયમાં વાદળીઓનાં જંતુઓની પણ પુષ્કળ જાતિયો થતી. એમના અંગના શેષભાગો છેક શરુથી તે વર્ત્તમાન સમય સુધી દરેક ભૂસ્તરસમયમાં ફોસિલ રુપે મળે છે. જ્યાં જ્યાં આ પ્રાણીઓનાં ટકી રહે એવાં અંગો બન્યાં હોય ત્યાં ત્યાં તેમનાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે.

એમનાં અંગ પાતળા ચૂનાના અગર રેતીના દાંડા જેવી પાંસળીઓને આધારે રહેલાં અને પારદર્શક સરેસ જેવાં હોય છે. પાંસળીઓ આડી અવળી આવી રહી તેનું હાડપિંજર જેવું બનેલું હોય છે. શરીર જે પદાર્થનાં શિંગડાં બને છે તેવા ચિવટ પારદર્શક સરેસ જેવા પદાર્થનું બનેલું હોઈ તેમાં નળીઓ નળીઓ જેવી રચના હોય છે. આ ચૂના અગર રેતીની બનેલી પાંસળીઓ ચિવટ અને ટકાઉ હોઈ ફોસિલ રુપે ઘણી જળવાઈ રહેલી મળી આવે છે. સિંગડા જેવા પદાર્થના હાડપિંજરવાળી વાદળીઓ આપણે નહાવામાં અગર શરીર વગેરે ધોવામાં વાપરીએ છિયે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

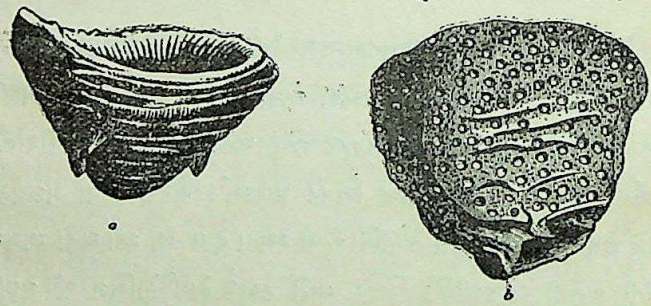
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સિલૂરિયન સમયમાં હૈડ્રોઝોઆ ઉપવર્ગનાં પ્રાણીઓ પુષ્કળ થતાં. તેમની ગ્રાપ્ટોલાઇટ નામે જાતિયો બહુધા ફોસિલરુપે મળે છે. તેમની કેટલીક ફોસિલરુપે મળતી જાતિયો આ૦ ૩૯ માં દર્શાવી છે. નિચલા અને ઉપલ્યા સિલૂરિયન પડોમાં આ ગ્રાપ્ટોલાઇટ બહુ મળી આવે છે. એની બેવડાં અંગવાળી જાતો બહુધા નીચલ્યાં પડોમાં જડે છે, અને એકવડી જાતો તો આખા સિલૂરિયન સમયનાં પડોમાં પસરેલી જણાય છે.



આ.૩૯. સિલૂરિયન સમયનાં ગ્રેપ્ટોલાઇટ:-
a. રેસ્ટ્રાઇટીસ. b. મોનોગ્રેપ્ટસ.
c. ડિપ્લોગ્રેપ્ટસ. d. ફિલોગ્રેપ્ટસ.
e. ડિડિમોગ્રેપ્ટસ.

સિલૂરિયન સમયમાં દરીઆમાં પરવાળાનાં જંતુઓ ફેલાયલાં દેખાય છે. આ પરવાળાનાં જંતુઓ નિતર્યા મળરહિત પાણીમાં વધી શકતાં હોવાથી એમનાં ફોસિલો બહુધા ચૂનાનાં પડોમાં વિશેષે મળે



આ. ૪૦. સિલૂરિયન સમયનાં પરવાળાનાં જંતુઓ:-
a. રગોસા:-ઓમ્ફિમા ટર્બિનેટમ. b. એલ્સિઓનેરિયન:-હેલિયોલિપ્સિ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

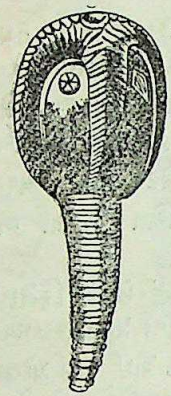
છે. વર્તમાન સમયમાં જે પરવાળાનાં જીવડાં ખડકો બનાવે છે તેમના કરતાં આ પરવાળાનાં જીવડાંની શરીરરચના જુદા પ્રકારની હતી. તે કાળે એમની મોટી સંખ્યા રગોસાની અને એલ્સિનેરિયન ઉપજાતિની હતી. રગોસા જાતનાં પરવાળાનાં જીવડાંનું ઘર જાડું અને ખડબચડું થતું. આ જાતનાં કેટલાંક જીવડાં તો એકલાં એટલે એક ઘરમાં એક જ જીવડું એમ રહેનાર અને કેટલાંક ક્વચિત એકલાં અને ક્વચિત ઘણાં જીવડાં એકઠાં એમ રહેનાર હતાં.

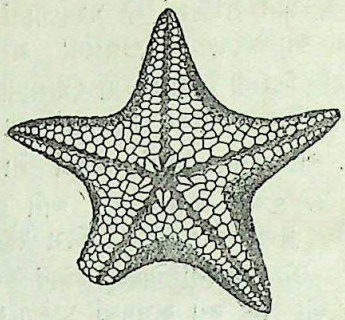
જેને પત્થરનાં પોયણાં એવું ઉપનામ મળ્યું છે તે ક્રિનોઇડિ પ્રાણીઓ પણ આ સમયમાં પુષ્કળ થતાં. ભૂગોળના પ્રાથમિકસમયના દરીઆમાં આ જાતનાં પ્રાણીઓ બહુ અગત્યનાં છે. કોઈ કોઈ પ્રદેશમાં તો એમની સંખ્યા એટલી બધી હતી કે એમના અવશેષો વડે સેંકડો ફીટ જાડાં, હજારો મૈલના વિસ્તારવાળાં ચૂર્ણપાષાણનાં પડો બંધાયાં છે. તે સમયનું દરીઆનું તળીયું ક્રિનોઇડ્સથી છવાઇ ગએલું જણાય છે. આ ક્રિનોઇડ સમુદ્રના પાત્રમાં ઉગ્યાં હોય એમ એનો એક છેડો તળીઆમાં ચોંટેલો રહેતો. એ ચોંટેલો દાંડો વનસ્પતિની પેઠે આજુબાજુ વળી શકે એવો થતો. દાંડાને ઉપલે છેડે એનું શરીર આવતું. એ શરીર ચૂર્ણમય, પહોળા હાડકાવાળું બનેલું હોઈ તેમાંથી ચૂર્ણમય ફાંટા–ફણગા ફણગા નિકળેલા હતા. આ ચૂર્ણમય ભાગ અને એના ફાંટાઓ ફોસિલ રુપે મળી આવે છે. સિલૂરિયન સમયનાં પડોમાં ક્રિનોઇડ્સનાં ફોસિલો મળી આવે છે; પણ તે પ્રાથમિક યુગના પાછલા ભાગમાં મળે છે તેટલાં નહિ.

ક્રિનોઇડને મળતી આવતી એકિનોડર્મની સિસ્ટિડિયન નામની એક જાતિ પણ આ સમયમાં થતી. તેમનાં શરીર ગોળ અગર લંબગોળ અને ચૂર્ણમય આવરણ વડે ઢંકાયલાં હતાં. તેમને પણ સંપૂર્ણ રુપ ધારણ ન કર્યું હોય એવા ફણગાનાં પૂર્વરુપ ટોંચા થતા. એમનો દાંડો ક્રિનોઇડના દાંડા કરતાં નાનો અને દાંડાની પેરીઓ પણ નાની થતી. આ પ્રાણી પ્રથમ કેમ્બ્રિયન સમયમાં દેખાયું હતું, પણ એની વસ્તી સિલુરિયન સમયમાં ઘણી વધી હતી. સિલુરિયન સમય પછી એમની વસ્તી ક્ષિણ થતી ગઇ છે. આ પ્રાણી સિલુરિયન સમયનું ખાસ એટલે લાક્ષણિક ફોસિલ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



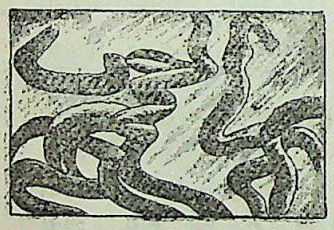


આ. ૪૧. સિલૂરિયન સમયમાં થતી એકિનોડર્મની એક સિસ્ટિડિયન નામની જાતિ.

a. સિસ્ટિડિયન–સ્યૂડોક્રિરાઈટીસ. b. સ્ટારફીશ–પેલીએસ્ટરાઈના.

ગણાય છે. ફોસિલ રુપે તારાના જેવા તેમના આખા તેમ જ ભાગેલા ભાગ મળી આવે છે. આ જાતનાં દરીઆઈ પ્રાણીઓની કોઈ કોઈ જાતિયો વર્ત્તમાન સમયમાં પણ દરીઆમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

કેમ્બ્રિયન સમયની પેઠે સિલૂરિયન સમયમાં પણ પેટે ચાલનાર કીડા વગેરેના ચાલવા વડે પડેલા લિંસોટા ફોસિલ રુપે બહુ જળવાઈ રહ્યા છે. કેમ્બ્રિયન સમયના કરતાં આ સમયના લિંસોટા ઘણી જાતોના જીવડાઓ વડે પડેલા હોય એમ જણાય છે. ઘણી જાડાઈનાં પડોમાં સઘળી સપાટીએ આવા લિંસોટા સતત પડેલા મળી આવે છે, અને એ પડોમાં બીજાં ફોસિલોને અભાવે અનુમાન થઇ શકે છે કે આવા લિસોટા તેજ આ પડોનાં લાક્ષણિક ફોસિલો છે. જુદી જુદી તરેહના



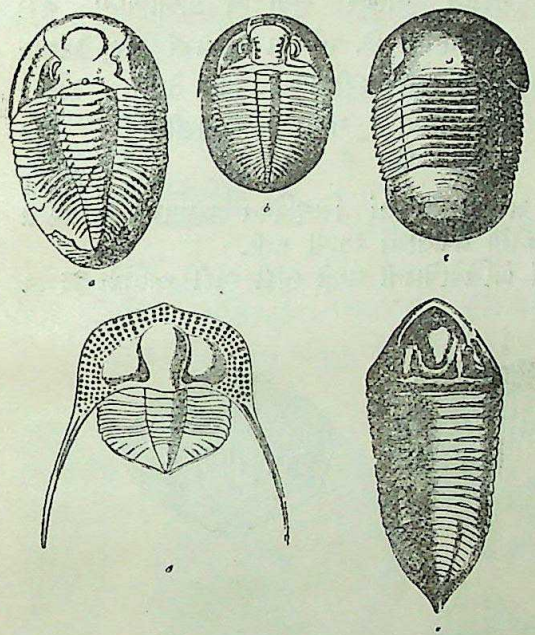
જા. ૪૨. સિલૂરિયન સમયના સમુદ્રના પાત્રમાં દરીઆઇ કીડાઓએ ખોદેલાં દરમાં બીજા રોકનું પુરાણ થઈને બનેલા અશ્મીભૂત અવશેષો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવા લિંસોટા ઉપરથી જે પ્રાણીઓના ચાલવાથી એ પડયા હશે તે પ્રાણીઓને જુદાં જુદાં નામ આપવામાં આવ્યાં છે.

સિલૂરિયન સમયમાં સર્પ્યુલા નામનાં જીવડાં પણ અસ્તિત્વ ધરાવતાં હતાં. એ જીવડાંનાં ચૂર્ણમય નળીઓ જેવાં ઘર બીજા પદાર્થો, બીજાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલો, અગર શંખલા અથવા છીપો ઉપર ચોંટી રહી ફોસિલ રુપ ધારણ કરેલી સ્થિતિમાં દરેક યુગમાં મળી આવે છે. આ સર્પ્યુલા વર્ત્તમાન સમયમાં પણ અસ્તિત્વમાં છે.



કેમ્બ્રિયન સમયમાં પ્રથમ દૃષ્ટિગોચર થએલી **ત્રિલોબાઈટ** નામની પ્રાણીની જાત આ સિલૂરિયન સમયમાં ઘણી વૃદ્ધિંગત થઈ હતી. કેમ્બ્રિયન સમયની તેમની કેટલીક જાતિયો આ સમયમાં ચાલુ રહી વધારામાં તેમની પુષ્કળ નવી પેટાજાતિયો ઉદ્ભવી હતી. સિલુરિયન સમય પછીના સમયમાં પણ આ ત્રિલોબાઈટ્સ જાતિ કાયમ રહી હતી. તેઓ ધીરે ધીરે ઓછી થતી થતી છેક ડેવોનિયન અને

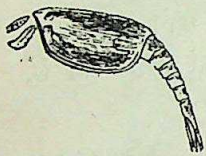
આ. ૪૩. સિલૂરિયન સમયનાં ત્રિલોબાઈટઃ–
a. એસેફ્સ ટિરેનસ. b. ઓજીજ્યા બચી.
c. ઇબિનસ બેરિએન્સીસ. d. ટ્રિઓ્યુલુઝ કોન્સેંન્ટ્રિકસ.
e. હોમેલોને ડેલ્ફિનોસિફેલસ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કાર્બોનિફરસ વિભાગના અંત સમય સુધી દેખા દે છે. પછીથી એનો નિર્વંશ ગયો જણાય છે. આમ આ પ્રાણી પ્રાથમિકયુગ પછી સમુળગું જણાતું નથી, માટે ત્રિલોબાઇટ પ્રાથમિકયુગનું લાક્ષણિક ફોસિલ ગણાય છે.

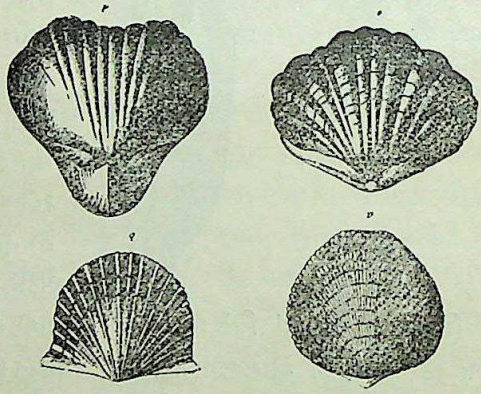
સિલૂરિયન સમયમાં **સપટલ** પ્રાણીઓની ઘણી નવી જાતિયો પુષ્કળ મળે છે. એમાંની એક ફિલોપોડ્સ નામની પેટાજાતિ પ્રાથમિકયુગમાં ઉત્પન્ન થઈ એ યુગમાં વધારેમાં વધારે વૃદ્ધિગત થઈ હતી. છતાં ત્યારથી માંડીને અત્યાર સુધી એ પ્રાણીઓનો વંશ અસ્તિત્વમાં છે. વર્તમાન સમયમાં પણ કેટલાંક ફિલોપોડ્સ દરીઆમાં અને તેમની કેટલીક ઉપજાતિયો મીઠા પાણીમાં રહેલી જણાય છે.



આ. ૪૪. સિલૂરિયન ફિલોપોડ. સીરેસી-ઓકેરિયા.

કેમ્બ્રિયન સમયના કરતાં સિલૂરિયન સમયમાં માંસરુપી પ્રાણીઓની ઘણી જાતો હયાતીમાં આવી હતી.

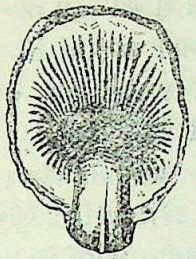
આ સમયમાં બ્રેચિયોપોડની ઘણી જુદી જુદી જાતિયો ઉદ્ભવ થઈ હતી.



આ. ૪૫. સિલૂરિયન સમયનાં બ્રોચીયોપોડ.
a. એટ્રિસ રેટિક્યૂલેરિયા b. ઓર્થિસ એક્ટોનીઇ.
c. રિંકોનેલા બોરિએલિસ. d. પેન્ટેમિરસ ગેલિએંટસ.

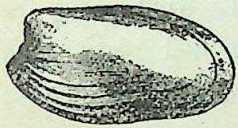
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આ.૪૬ સેલૂરિયન–ગેસ્ટ્રોપોડ. એલેરોફોન ડિલેટેટસ.

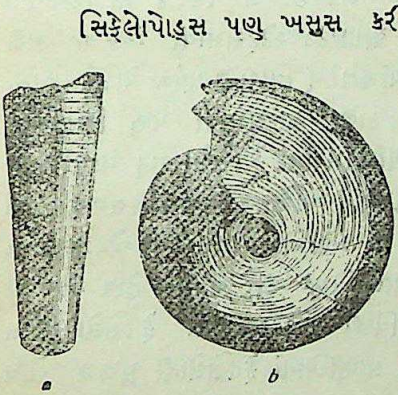
ગેસ્ટ્રોપોડ જાતિનું પ્રાણી પણ ઘણું અગત્યનું છે. સિલૂરિયન સમયમાં એની જુદી જુદી ૧૩૦૦ ઉપજાતિયો ઉદ્દભવી હતી એમ એ સમયનાં મળી આવતાં તેમનાં ફોસિલો ઉપરથી જણાય છે. એ પ્રાણીની બહુ જાણીતી ઉપજાતિ એલેરોફોન કરીને હતી. લેમેલિબ્રેંચીસની



આ. ૪૭ સિલૂરિયન લેમેલિબ્રેંચ. ઓર્થોનેટા સેમિસલ્કેટા.

વસ્તી પણ વધી હતી.

સિફેલોપોડ્સ પણ ખસુસ કરીને ઉપલ્યા સિલૂરિયનમાં જડે છે.તેમની જેમના અંગમાં ઓરડા ઓરડા જેવા વિભાગ હોય એવી ઘણી યે જાતિયો મળી આવી છે. એમની બહુ મળી આવતી જાતોમાં સીધું ઓર્થોસિરાસ અને વાંકોડિયું એસ્કોસિરાસ એ મુખ્ય છે.એસ્કોસિરાસનો આકાર ગોળ અગર જમરુખ જેવો હતો. આ સમયમાં વળી નોટિલસ પણ મળે છે. આ નોટિલસ ભૂસ્તરના ઘણા સમયોમાં જણાયું છે, છેક વર્તમાન સમયમાં પણ



આ. ૪૮ સિલૂરિયન સિફેલોપોડ.
a. ઓર્થોસિરાસ એમેરિટમ.
b. ટ્રોકોસિરાસ કોર્નુએરિટિસ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એઓ દરીઆમાં હયાત છે. પૂર્વે નોટિલસની સંખ્યા તેમ જ તેની જાતિયો અને ઉપજાતિયો ઘણી હતી. વર્ત્તમાન સમયમાં તો એની એક જ ઉપજાતિનો વેલો ચાલે છે. વર્ત્તમાન સમયની આ જાત તે જેમાં ઓરડા ઓરડા હોય એવા શંખલાવાળી છે.

ઉપલ્યા સિલૂરિયન સમયમાં દરીઆમાં માછલાંનો ઉદ્‌ભવ થયો હોય એમ જણાય છે. આ માછલાં તે કરોડવાળાં પ્રાણીઓમાં પહેલવહેલાં ઉત્પન્ન થયલાં પ્રાણીઓ છે. હાલની માછલીઓ જેમ સુંવાળી હોય છે, તેમ એ પ્રથમ થએલી માછલીઓ નહોતી. એમને આખે શરીરે હાડકાનું આવરણ હતું. આ માછલીઓ આ સમયે ઉદ્‌ભવ્યા પછી ત્યાર પછીના એટલે ડેવોનિયન સમયમાં બહુ જ વૃદ્ધિંગત થઈ હતી. તેમના વર્ગની ઘણી ઘણી જાતિ અને ઉપજાતિયો અસ્તિત્વમાં આવી હતી. અત્યાર સુધીમાં આ પ્રાણીઓ દરીઆના ખારા પાણીમાં વસનારાં જ હતાં.

જમીનપર વસનાર-સ્થળચર પ્રાણીઓને અંગે ઘણા વખત સુધી કશી માહિતી મળી નહોતી. છેક ઇ. સ. ૧૮૮૪ માં સ્વિડનના સિલૂરિયન રોકોમાંથી તેમ જ યૂનાઇટેડ સ્ટેટ્સમાંથી એક જ કાળે **વિંછીનાં** ફોસિલ મળી આવ્યાં હતાં. (વિછીનો પૂર્વજ પેલિયોફિનસ. જુઓ **આ.** ૨૭). તે જ કાળે ફ્રાન્સમાંથી પણ સિલૂરિયન સમયનાં પડોમાંથી વિંછીના સગાં-તમરાંનાં ફોસિલો પણ મળ્યાં હતાં. જેમ આ સમયમાં વિંછી અને તમરાંનું અસ્તિત્વ છે. તેમ એ વખત બીજાં સ્થળચર પ્રાણીઓ પણ હોવાં જ જોઇએ. વિંછી વગેરે જે પ્રાણીઓ ઉપર નિર્વાહ કરતા હશે એ પ્રાણીઓનું અસ્તિવ નહિ હોય એમ તો કોઈથી કહેવાય નહિ. આમ વિંછી અને તમરાંનાં ફોસિલો મળ્યા પછી આ જુનાં પડોમાં બીજા પ્રાણીઓનાં ફોસિલોની પુષ્કળ શોધ થવા માંડી છે.

આ પ્રમાણે મળતાં ફોસિલો વગેરેના પૂરાવાને સમગ્ર રીતે તપાસી જોતાં આપણે સિલૂરિયન સમયની ભૂગોળરચનાને અંગે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અનુમાન કરી શકીએ છીએ. તે સમયે રેતી, કાંપ અને કાંકરીવાળા પાત્રવાળો દરીઓ હશે એ કલ્પી શકીએ છીએ. દરીઆના આવા પાત્ર ઉપરથી એ બધી પથરાયલી વસ્તુઓ જ્યાંથી ધોવાઈ જઇ તણાઈ આવીને પથરાઈ હશે તેનો ખ્યાલ પણ બાંધી શકીએ. વર્તમાન સમયમાં જેમ વહેળા, નદીઓ વગેરે આવી વસ્તુઓ તાણી લાવી સમુદ્રને સોંપે છે અને તે પછી ત્યાં પથરાય છે, તેમ તે સમયે પણ થતું. વળી સિલૂરિયન સમયમાં બંધાયલાં આ પડોનો હજારોના હજારો મૈલનો વિસ્તાર દેખીને એ પણ સમજી શકીએ છિયે કે, તે સમયે ભૂગોળનો મોટો ભાગ વિશાળ મહાસાગરથી આચ્છાદિત હશે.

સિલૂરિયન પડો યૂરોપમાં જોઈએ તો ઉત્તરમાં સ્કેણ્ડિનેવિયાના મોટા ભાગમાં આવેલાં છે. તેમ જ બ્રિટિશ ટાપુઓના મોટા ભાગમાં પણ તેઓ પથરાયાં છે. સ્કેણ્ડિનેવિયાથી જે ફેલાયાં છે, તે બાલ્ટિક સમુદ્રના આખા જલાગમ પ્રદેશમાં એ પડો આવેલાં છે. સ્પેનથી માંડીને છેક યૂરલ પર્વત સુધી ઠેકાણે ઠેકાણે સિલૂરિયન પડોનો પડોદય થઇ તેઓ ભૂપૃષ્ઠપર આવેલાં છે. ભૂગોળપરની મોટી મોટી પર્વતમાળાઓમાં પણ તેઓ દૃષ્ટિગોચર થાય છે. દક્ષિણ અમેરિકાના કોર્ડિલેરા, યૂરોપના આલ્પ્સ અને એશિયાના હિમાલય પર્વતોમાં સિલૂરિયન પડોનું અસ્તિત્વ છે. સમ્મુખપાદજન્ય પ્રદેશની વાત કરીએ તો, ત્યાં પણ આસ્ટ્રેલિયા અને ન્યુઝિલેંડમાં આ સમયનાં ઘણી જાડાઇવાળાં પડો બંધાયાં છે, એમ માલમ પડયું છે. આમ આ સમયના દરીઆના વિસ્તાર ઉપરથી તે કાળની ભુગોળરચનાનો ખ્યાલ બાંધી શકાય. વર્ત્તમાન કાળમાં ભૂગોળના જે ભાગ જમીન રુપે મોજુદ છે તે, તે સમયે છાછરા સમુદ્ર રુપે હોઈ સિલૂરિયન રોકોનું ધોવાણ ત્યાં પથરાયું છે. તે સમયે ઉત્તરગોળાર્ધના ઉત્તરમાં ઘણી જ વિસ્તીર્ણ જમીન હોઇ, ઉત્તર ગોળાર્ધમાં યૂરોપ, એશિયા અને અમેરિકાના ખંડો સંયુક્ત હશે. આ ઉત્તરગોળાર્ધના દરીઆના ઉપકંઠ આગળ છાછરા દરીઆમાં થઇને જુની દુનિયાંનાં દરીઆઇ પ્રાણીઓ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નવી દુનીઆમાં સરળતાથી ફેલાઇ શકયાં હશે. અને આમ હોવાથી જ સિલૂરિયન સમયનાં જુદે જુદે સ્થળે બંધાયલાં પડોમાંથી મળી આવતાં દરીઆઈ પ્રાણીઓનાં ફોસિલોમાં સામ્ય છે.

સિલૂરિયન સમયનાં પડોનો જ્યાં પડોદય થઈને તેઓ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર આવ્યાં હોય છે, ત્યાંના દેખાવની સહજ વાત કરીએ. એ સમયમાં ચૂર્ણપાષાણ અને શેલ વગેરેનાં પડો એકબીજા પછી બંધાયાનું કહી ગયા છિયે. જ્યાં આ ચૂર્ણપાષાણનો પડોદય થયો હોય છે, ત્યાં મૈલોના મૈલો સુધી લાંબી ધારો બનેલી હોય છે. ઢોળાવ વગરની સીધી ધારો બ્રિટિશ ટાપુઓમાં ઓક અને ફરનાં સુશોભિત વૃક્ષોની ઘટાથી આચ્છાદિત હોય છે. આવી ધારોની વચ્ચે વચ્ચે ખેડાણ કરવા યોગ્ય સપાટ જમીનના ઉચ્ચપ્રદેશ આવેલા છે. તેઓ હમેશ ઘાસથી ઢંકાયલા રહે છે. ધારોની વચ્ચે ઉંડી ખીણો આવેલી હોવાથી ત્યાંનો કુદરતી દેખાવ મનોરંજક બની રહે છે. પણ જ્યાં આગળ શેલ્સ વગેરેનો પડોદય થયો હોય છે. ત્યાં કુદરતી દેખાવ જુદી જ તરેહનો હોય છે. ત્યાં સીધી અને ઉંચી ટેકરીઓ અને ઉંડી ખીણો હોય છે. છતાં બધું સપાટ અને શાંત જેવું દેખાય છે. નીચે આવેલા રોકો હમેશ લીલોતરીથી ઢંકાયલા રહે છે અને ઢોરોના ચરા તરીકે ઉત્કૃષ્ટ લેખાય છે.

બ્રિટિશ ટાપુઓમાં આ સમયનાં પડોમાંથી કાંઇ ખાસ જરુરીયાતની વસ્તુઓ નિકળતી નથી. માત્ર ચૂર્ણપાષાણ સારા મળે છે. અમેરિકામાં લોઢાની કાચીધાતુ મળી આવવાથી આ રોકો ઉપયોગી ગણાય છે. સેલિના અને ઓનોન્ડગાનાં પડોમાં સિંધવના ઉપયોગી થરો મળે છે. સિંધવના આ થરોમાં કેટલાક તો ૨૫૦ ફીટ જાડાઇના છે.

(૭)

ડેવોનિયન વિભાગ.

સિલૂરિયનની પછી ક્રમમાં જે વિભાગ આવે છે તેને ડેવોનિયન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિભાગ કહે છે. ઇંગ્લંડમાં આ જાતનાં પડોની ભૂસ્તરરચનાની શોધખોળને અંગે સેજિવિક અને મર્ચિસન બન્ને ભૂસ્તરવેત્તાઓ કામે લાગ્યા હતા. ઇંગ્લંડના દક્ષિણ કિનારા ઉપર આવેલા ડેવનશાયર નામના પરગણામાં આ જાતના રોક સારી રીતે અને મોટા જથામાં બંધાયલા છે. આ બન્ને વિદ્વાનોએ એ રોકોની માપણી કરીને એમને એ પરગણાના નામ ઉપરથી "ડેવોનિયન" એવું નામ આપ્યું છે. યૂરોપમાં તેમ જ ઉત્તર અમેરિકાના પૂર્વ પ્રદેશમાં આ વિભાગનાં પડો મળી આવે છે. તેઓ જુદી જુદી તરેહનાં હોય એમ જણાય છે. આ ઉપરથી જણાય છે કે, જ્યારે આ પડો બંધાયાં હશે ત્યારે ડેવન-યૂરોપ અને અમેરિકામાં વસ્તુસ્થિતિ જુદા જુદા પ્રકારની હશે.

આખા ભૂગોળ ઉપરનાં આ ડેવોનિયન પડો દરીઆમાં બંધાયલાં હોઇ, તેમાં તે કાળનાં દરીઆઇ પ્રાણીઓનાં ફોસિલો બંધાઇને જળવાઇ રહ્યાં છે. સામાન્ય રીતે આ બન્ને તરેહનાં પડોને ડેવોનિયન વિભાગ કહે છે. બીજી તરેહનાં પડોની જે વાત કરી, એ પડો ખાસ ઘણી જાડાઇના રાતી રેતીના પત્થર, ફ્લેગસ્ટોન અને કાંગ્લોમિરેટ રૂપે મળે છે. બીજી તરેહનાં પડો દરીઆમાં નહિ, પણ સરોવરોમાં અને જમીનપર આવેલા નિરાળા સમુદ્રોમાં બંધાયાં છે. એ પડોમાં જમીનપર વસનારાં, તેમ જ સરોવરોના મીઠા પાણીમાં રહેનાર પ્રાણીઓનાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે. વિશેષે કરીને મીઠા પાણીનાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલવાળાં એ પડોને **"જુનાં રાતા વેળુપાષાણનાં પડો"** એવી સંજ્ઞા આપવામાં આવી છે.

સામાન્ય રચનામાં ડેવોનિયન પડોના રોકો એની નીચે જ આવેલા સિલૂરિયન વિભાગમાં મળતા હતા તેવા જ છે. મધ્ય યૂરોપમાં આ જાતનાં પડો ઘણા હજારો ફીટની જાડાઇનાં બંધાયાં છે. ત્યાં તેઓ મુખ્યત્વે રેતીના પત્થર-વેળુપાષાણ, ચીટ, રોકો અને ફિલાઇટિસ

CC-0. In Public Domain. Gujarat Vidyapith Collection. Ahmedabad

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રુપે રહેલા છે. ત્યાંનાં આ પડોના ત્રણ વિભાગ પાડી શકાય છે. વચલા વિભાગનાં આ પડો ઘણી જાડાઈના ચૂર્ણપાષાણ રુપે હોઈ, તેમાં બેસુમાર પરવાળાનાં જીવડાં અને શંખલાં મળી આવે છે. ઉપલ્યા વિભાગમાં તેઓ પાતળા બંધાયલા વેળુપાષાણ, શેલ્સ, અને ચૂર્ણપાષાણ રુપે રહ્યાં છે. આ જુદાં જુદાં પડો જુદે જુદે કાળે સમુદ્રના પાત્રમાં બંધાયાં હોય એમ જણાય છે. કેમકે તેઓમાં ઠેકાણે ઠેકાણે સમુદ્રના પાત્રમાં આગ્નેય ઉપાધિ વડે જ્વાળામુખીઓ ફાટી નિકળ્યાનાં ચિન્હો તરીકે ડાયાબેઝ અને જ્વાળામુખીના કચરા વગેરેનાં વળાં દૃષ્ટિગોચર થાય છે.

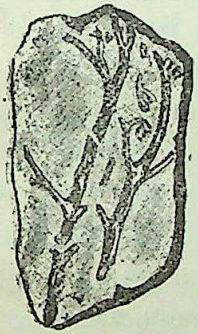
વાયવ્ય યૂરોપમાં સિલૂરિયન સમયના દરીઆનું પાત્ર ઉંચું આવી જમીન બનેલી હોવાથી, જ્યાં જ્યાં ખાડા રહી ગયા, ત્યાં ત્યાં સરોવરો ઉદ્ભવ્યાં. આ સરોવરોમાં આજુબાજુની નદીઓનાં પાણી ઠલવાવાને લીધે એ પાણીની જોડે ઉત્તરખંડમાંથી કાંકરી, રેતી અને કાંપનો ઘણો જ સમુદાય આવીને ઠરવાથી તે વડે આ પડો બંધાયાં છે. આવાં સરોવરોનાં અસ્તિત્વ ઈંગ્લંડ, સ્કોટલંડ અને આયરલેંડના ઉત્તર પ્રદેશમાં માલમ પડે છે. ધરતીકંપ અને જ્વાળામુખીઓ જે દિશામાં જાય છે તે રસ્તે રસ્તે આવાં સરોવરો આવેલાં છે, એમ સ્કોટલંડનાં સરોવરો ઉપરથી જણાઇ આવે છે. મધ્ય સ્કોટલંડમાં લાવા અને ટફથી બનેલાં પડો છ હજાર ફીટની જાડાઇનાં છે. ન્યુ બન્સ્વિકમાં તેમ જ નોવાસ્કોશિયામાં પણ આવાં સરોવરોની એંધાણીઓ મોજુદ છે.

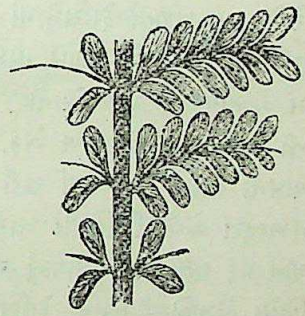
એક તરફથી સિલૂરિયન વિભાગ પછી કેવાં કેવાં દરીઆઇ પ્રાણીઓ વધ્યાં અને હતાં, તેઓમાં શો શો ફેરફાર થયો એ જણાય છે, અને સાથે સાથે બીજી તરફથી જમીન ઉપર તે સમયે અસ્તિત્વ ધરાવતી વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ અને મીઠા પાણીમાં રહેનાર માછલીઓ અને બીજાં દરીઆઈ પ્રાણીઓ પણ દૃષ્ટિગોચર થાય છે; એને લઇને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ વિભાગની બે નિરનિરાળી જાતોનાં અસ્તિત્વ મનોરંજક થઇ પડે છે. દરીઆમાં બંધાયલાં પડોમાં જમીનપર થતી વનસ્પતિનાં ચિન્હો ક્વચિત અને બહુ ઓછાં જડી આવે છે. આમ માત્ર જમીનપરથી તણાઇ આવેલી વનસ્પતિનાં મળી આવતાં ફોસિલો ઉપરથી જણાય છે કે આ પડો સમુદ્રના ઉપકંઠથી બહુ આઘાં નહિ બંધાયાં હોય. ઇંગ્લંડમાં સરોવરોમાં બંધાયલા રાતી રેતીના પત્થરોમાંથી જમીન ઉપર થતી વનસ્પતિનાં ફોસિલો મળે છે એ ખરું, પણ જમીન ઉપર થતી વનસ્પતિની ઘણીખરી માહિતી તો ન્યુ બન્સ્વિકમાંનાં પડોમાંથી મળે છે. એ પડોમાંથી કમમાં કમ સો જુદી જુદી જાતની વનસ્પતિયોનાં ફોસિલો મળ્યાં છે. યૂરોપ તેમ જ અમેરિકામાં ડેવોનિયન સમયની વનસ્પતિ જોવા જઇએ તો વિશેષે જુદી જુદી જાતની **ફર્નો, લિકોપોડ્સ**





આ. ૪૯. ડેવોનિયન વનસ્પતિ.

a. સિલોફિટન. b. પેલિઓપ્ટેરિસ.

અને **કેલેમાઇટ** વર્ગની માલમ પડે છે. હાલ થતી ફર્ન, કલબમોસ અને હોર્સ ટેઇલ રીડસની પેઠે એ વનસ્પતિયો મુખ્યત્વે અપુષ્પ વર્ગની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હતી. જેને કોન-શંકુ આકારનું સખ્ત ગોટલા જેવું ફળ વિશેષ-થાય છે એવી વનસ્પતિ એ સમયે થતી હતી, એની કોઇ કોઇ એંધાણી પણ મળી આવે છે. એ ઉપરથી અનુમાન થાય છે કે તે સમયે જમીન પર ફર, પાઇન, શરુ વગેરે જાતિનાં ઝાડો થતાં. આવાં ઝાડોનાં પડી ગએલાં થડોએ વર્ષાદ કિંવા રેલમાં તણાઇને સરોવરોમાં અગર દરીઆમાં આવીને ત્યાં દટાઇ ફોસિલ રુપ ધારણ કર્યું હશે.

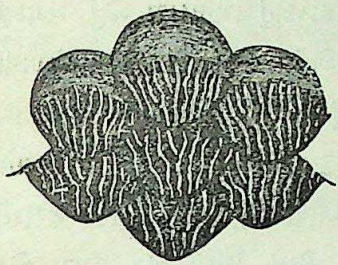
આ સમયની વનસ્પતિ બહુધા રંગબેરંગી ન હોતાં, કંટાળો ઉપજે એવી એક સરખા રંગની હતી. પણ એનાથી ઉલટું આ સમયમાં પ્રાણીઓની ઘણી ભિન્ન ભિન્ન જાતિઓનો ઉદ્ભવ થયો હતો. આ સમયનાં જંગલોમાં ઝીણાં જંતુઓ પણ બહુ હતાં; કેમકે ન્યુરોપ્ટેરસ અને ઓર્થોટેરસ નામની જાતિયોનાં જંતુઓની પાંખોનાં ફોસિલો આ કાળનાં ફોસિલોમાં મળી આવે છે. કેટલાંક ફોસિલો ઉપરથી તે સમયે મે ફલાઇ નામની માખીઓની જાતિયો થતી હોય એમ જણાય છે. માખીઓની આ જાતિ કદમાં બહુ મોટી હતી. એની પહોળી કરેલી પાંખ એક છેડેથી બીજા છેડા સુધી પાંચ ઇંચ લંબાઇની હતી ! જંગલનાં સડી ગયલા લાકડા ઉપર ગુજારો કરનારા કાનખજુરા જેવાં મિલિપીડ નામનાં જંતુઓ પણ આ સમયે હતાં. જમીન પર થતી ગોકળગાયોનું અસ્તિત્વ પણ જણાયું છે. વનસ્પતિનાં ફોસિલો ભેગાંભેગાં તેમનાં ફોસિલો પણ ઉપલબ્ધ થાય છે.

જમીન પર રહેનારાં આવાં પ્રાણીઓ ઘણા જ થોડા પ્રમાણમાં જળવાઇ રહ્યાં હોય એ દેખીતું છે. જો કે પાછલાં કેટલાંક વર્ષોમાં આવાં પ્રાણીઓના અસ્તિત્વ સંબંધી આપણું જ્ઞાન વિસ્તૃત થયું છે છતાં, તે કાળના જમીનપરનાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિની છૂટી છવાઇ સાબીતીઓ જ માત્ર મળી શકે છે.

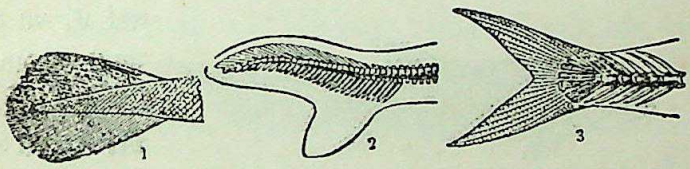
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ સમયનાં સરોવરો ઇત્યાદિના મીઠા પાણીમાં બંધાયલાં પડોમાં તે કાળમાં થતી માછલીઓના અવશેષ ઘણા મળી આવે છે. આ માછલીઓ 'ગેનોઇડ' જાતની હતી. આ માછલીઓને ચકચકિત અને સુંવાળાં હાડકાંનાં આવરણ જેવાં ભિંગડાં હતાં. તે કાળની માછલીઓની પૂંછડીઓનું વર્ગીકરણ કરીને તેમના ત્રણ વિભાગ પાડયા છે તે પાસેના ચિત્રમાં દર્શાવ્યા છે. વર્ત્તમાન પૂર્વની આ માછલીઓ જો કે



આ. ૫૦ જૂના રાતી રેતીના પાષાણ સમયની ગેનોઇડ જાતની માછલીનાં ભિંગડાં.



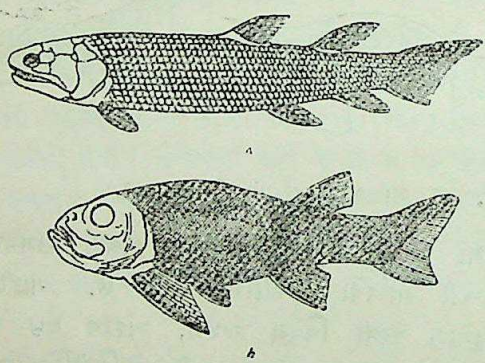
આ. ૫૧ માછલીઓની પૂંછડીના પ્રકાર.

સમયની માછલીઓના ઉદ્ભવ ડેવોનિયન સમયમાં તો પુષ્કળ હતી, પરંતુ હાલના સમયમાં માત્ર તેમની રડીખડી જાતિયો જ દીઠામાં આવે છે. બાકીની જાતિયો તેમનો ભૂગોળ પરથી નિર્વંશ જઇને, અદૃશ્ય થઇ છે. વર્ત્તમાન સમયનો સ્ટર્જન, નાઇલ નદીમાં થતી પોલિપ્ટેરિસ અને અમેરિકાનાં સરોવરોમાં થતી બખ્તરવાળી ગારપાઇક જાતની માછલીઓ માત્ર એ માછલીઓના વેલાની છે. વર્ત્તમાન સમયની આ માછલીઓ મીઠા પાણીમાં રહેનારી છે. શરુવાતમાં થઇ ગએલી એમની કેટલીક પૂર્વગામીઓ પણ સરોવરોમાં જ રહેનારી હોય એ સંભવિત

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

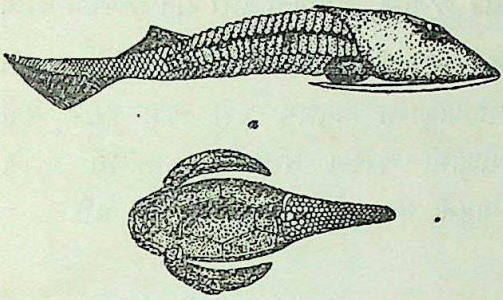
છે; છતાં એમાંની કેટલીક દરીઆમાં–ખારાપાણીમાં–પણ જઈ શકતી હશે. આ માછલીઓના શરીર પર હાડકાનું મિનાકારી જેવું ચળકતું ભિંગડાં ભિંગડાંવાળું બખ્તર હોઈ, એઓ હમ્મેશ બખ્તરમાં ઢંકાયલી જ રહેતી; અને એ ઉપરથી એમનું **ગેનોઇડ** એવું નામ પડયું છે. આ માછલીઓનાં જડેલાં ફોસિલો ઉપરથી જણાય છે કે કેટલાંક બખ્તરો એમના શરીરને બરાબર આવી રહે એવડાં હોઇ શરીરને ચોંટેલાં જ હતાં. એમનાં ભિંગડાં થોડાં થોડાં એક ઉપર એક આવીને એક સદંતર બખ્તર બની રહેતું. વળી કેટલીક માછલીઓમાં સખ્ત હાડકાનું બનેલું આ બખ્તર તેમના માથે અને શરીરના ઓછાવત્તા ભાગને જ માત્ર વેષ્ટિત હતું. જુના રાતી રેતીના પાષાણનાં પડોમાંથી આ બન્ને જાતિની માછલીઓનાં ફોસિલો ઉપલબ્ધ થયાં છે. આ સમયની આ માછલીઓની, **ઓસ્ટિઓલેપિસસ, ડિપ્લોટેરસ, ગ્લિપ્ટોલિમસ, હોલોપ્ટિકિયસ** અને **એકેન્થોડિસ** એ આ સમયની લાક્ષણિક જાતિયો છે. એ કેન્થોડિયન માછલીઓની ચુઇની નીચે કાંટા જેવી એક લાંબી પાંસળી થતી. ડેવોનિયન સમયમાં આ માછલીઓનો વધારેમાં વધારે ઉત્કર્ષ થયો હતો. બીજી,



આ. પર ડેવોનિયન સમયની માછલીઓ.
a. ઓસ્ટિઓલેપિસસ. b. એકેંથોડિસ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આ. ૫૩ ડેવોનિયન સમયની હાડકાના બખ્તરવાળી માછલીઓ.
a. સિફેલેસ્પીસ. b. ટેરિકિથિસ મિલેરી.

હાડકાના પટલવાળી ગેનોઇડ માછલીઓમાં **સિફેલેપ્સિસ** નામની જાત આ સમયની ખાસ લાક્ષણિક માછલી છે. એના માથા ઉપરનું અસ્થિ પટલ–ઢાલ મોચીની આરીના આકારનું થતું. આ સિફેલેપ્સિસ અને ટેરાપ્સિસ માછલીઓએ સિલૂરિયન સમયમાં દેખા દીધી હતી. બીજી **કોકોસ્ટિઅસ** અને **ટેરિકિથિસ મિલેરી** એ જાતો પણ ગયા સમયમાં એટલે સિલૂરિયન સમયમાં જણાઇ હતી. આમાંની કેટલીક અને એની સમકાલિન બીજી જાતિયો કદમાં બહુ જ મોટી વધી હતી. એસ્ટેરોલેપ્સિસ નામની–માથાથી ખભાસુધીના બખ્તરવાળી–માછલીનું આ બખ્તર વીસ ઇંચ લાંબું અને સોળ ઇંચ પહોળાઇનું હતું. અમેરિકામાંથી મળી આવતી આ સમયની આ જાતિની માછલીઓ આથી પણ મોટા પટલવાળી જણાય છે. એમાંની **ડિનિકિથિસ** નામની એક જાતની માછલીનું બખ્તર ત્રણ ફીટ લાંબુ હોઇ, તેમાં ઘણા તિક્ષણ દાંતા બેસાડેલા હતા. વળી એનાં ભિંગડાં ગોળ કરવતના દાંતા જેવા દાંતા વાળાં હતાં. જુના રાતી રેતીના પાષાણમાં તેમ જ ફ્લેગસ્ટોનમાં કોઈ કોઈ વખત મળી આવતાં તેમનાં ફોસિલો ઉપરથી જણાય છે કે તે સમયે આવી કેટલીક જાતિની માછલીઓ તે સમયના દરીઆમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ધૂમી રહી હતી. કેટલીક જગાએ તો તેમનાં સારી રીતે જળવાઇ રહેલાં ફોસિલો એક જ જગાએ ઢગલાબંધ મળી આવે છે. આ સંબંધે અનુમાન કરાય છે કે આ બધાં પ્રાણીઓ અચણુચ મરી જઇ દટાઇ ગયાં હશે. વખતે તેમને પાણીમાં થએલા ધરતીકંપનો આંચકો લાગ્યો હશે, કે કોઇ ઝેરી વાયુની અસર વડે તેમનું મૃત્યુ થયું હશે.

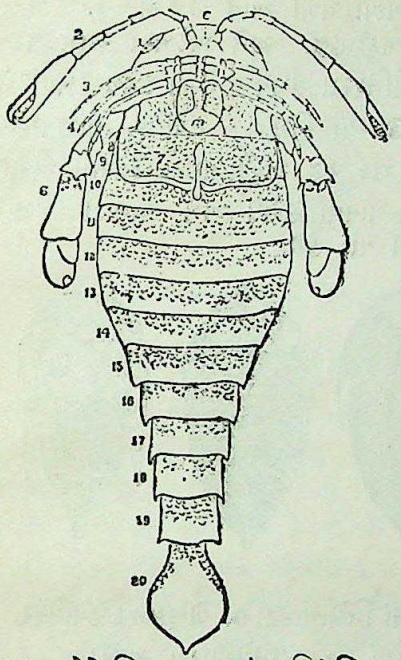
વર્ત્તમાન સમયમાં બને છે તેમ, કેટલીક વખતે આવી માછલીઓ સમુદ્રમાં પણ ગઇ હશે; કેમકે ડેવોનિયન સમયમાંના રોકોમાં કેવળ દરીઆઇ પ્રાણીઓનાં ફોસિલોની ભેગાં તેમનાં ફોસિલો પણ મળી આવે છે. પણ આમ ઉપલબ્ધ થતાં ફોસિલો જૂજ હોય છે. આવી માછલીઓની મોટી સંખ્યા તો સરોવરો અને નદીઓના મીઠાં પાણીમાં બંધાયલાં પડોમાં જ મળે છે.

સમુદ્રમાં તેમ જ મીઠાપાણીમાં બંધાયલા રોકોમાંથી મળી આવતાં પ્રાણીઓમાં એક વિચિત્ર પ્રાણી મળી આવે છે. આ પ્રાણીને "**યુરિટિરિડ**" એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. આ પ્રાણીની ગણના **સપટલ** જાતિમાં થાય છે, છતાં વખતે એ **એરેકેનાઇડ** જાતિનું–એટલે વિંછી જે જાતનો છે તે જાતનું હોય એવો સંભવ જણાય છે. **ટેરિગોટસ** એ આ જાતનું અજાયબ જેવું પ્રાણી હતું. જો કે સ્કોટલંડમાંથી ઉપલબ્ધ થએલું એક ફોસિલ પાંચ છ ફીટ લંબાઇનું હતું, પણ બહુધા આ પ્રાણીઓ નાના કદનાં હતાં.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ડેવોનિયન સમયનાં દરીઆઇ પ્રાણીઓ ભૂસ્તરવેત્તાઓની નજરમાં બહુ અગત્યનાં લાગે છે. કારણ કે એ દરીઆઇ પ્રાણીઓનો સંખ્યાબંધ વિસ્તાર આખા ભૂગોળપર થયો હોય એમ જણાય છે. સામાન્ય રીતે એ પ્રાણીઓ સિલૂરિયન સમયનાં એ જાતનાં પ્રાણીઓ જેવાં જ હતાં. સિલૂરિયન સમયમાં જણાયલી કેટલીક જાતિયો આ સમયમાં પણ ચાલુ રહી હતી. તેમ જ એમની નવી નવી ઉપજાતિયોનો ઉદ્ભવ થયો હતો. આ લાંબા સમયમાં ભૂગોળની પ્રાણીકોટિમાં થએલા ફેરફાર તેમનામાં દૃષ્ટિગોચર થતા હોવાથી તેઓ બહુ અગત્યનાં લેખાય છે.



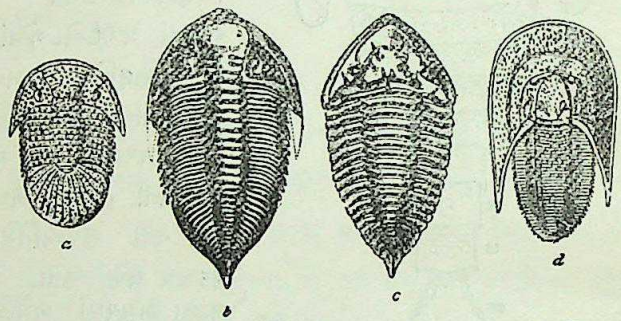
આ ૫૪ ડેવોનિયન સમયનું યૂરિપ્ટેસિ સપટલ પ્રાણીઃ–ટેરિગોટસ.

સિલૂરિયન સમયનાં પ્રાણીઓ ધીરે ધીરે ઓછાં થતાં જઇ આખરે ડેવોનિયન સમયમાં કેવી રીતે અદૃશ્ય થાય છે, એ બાબત આપણું લક્ષ ખેંચે છે. આવાં લૂપ્ત થતાં પ્રાણીઓનું સચોટમાં સચોટ ઉદાહરણ ગ્રાપ્ટોલાઇટનું છે. સિલૂરિયન સમયમાં આ પ્રાણી ઘણું જ વૃદ્ધિગત થયું હતું. તેના વર્ગ, જાતિ, ઉપજાતિ, કુટુંબ અને સંખ્યા સહજમાં જ દેખાઇ આવે એટલાં બધાં ફેલાયલાં હતાં. આ જાતિ ડેવોનિયન સમયમાં રફતે રફતે છેક જ ઓછી થઇ ગઇ હતી. બેશક

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ડેવોનિયન સમયનાં પડોમાં એમનાં કોઇ રહ્યાં ખહ્યાં ફોસિલો મળી આવે છે; પણ એમ રહ્યાં ખહ્યાં મળી આવે છે એ જ બતાવે છે કે એનું સત્યાનાશ જવા બેઠું હતું. અને ખરેખાત આમ ઘટતાં ઘટતાં હવે પછીના એટલે કાર્બોનિફરસ સમયમાં તેઓ સહજ દેખા દે છે. ગ્રાફ્ટોલાઇટનો વંશ ભૂગોળ ઉપરથી નિર્મૂળ જ થયો છે. ત્યાર પછીના સમયથી તે અદ્યાપિ પર્યંત, એક પણ ગ્રાફ્ટોલાઇટનું ફોસિલ જણાયું નથી. પ્રાણીઓની જાતોના સત્યાનાશ સંબંધે અમે અગાડી ઇસારો કરી ગયા છિયે તે વાંચનારને યાદ હશે.



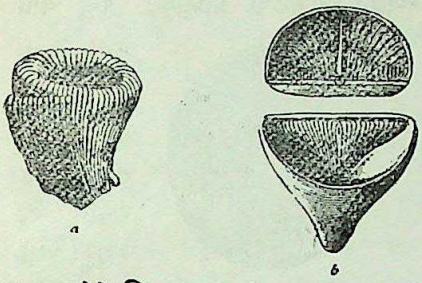
આ પપ ડેવોનિયન સમયનાં ત્રિલોબાઇટ. a. બ્રોંટ્યુઝ ફ્લેબેલિફર.
b. ડાલ્મેનિટીસ રગોસા. c. હોમેલોનોટસ આર્મેટસ.
d. હાર્પિસ મૈક્રોસિફેલસ.

સિલૂરિયન સમયની ત્રિલોબાઇટ નામે પ્રાણીઓની જાત પણ ડેવોનિયન સમયમાં ઘટતી ગઇ છે. એમની સંખ્યા ઓછી થઇ છે, એટલું જ નહિ. પણ એમની કેટલીક ઉપજાતિયો ને ઉપાજાતિયો ભૂગોળ પરથી અદૃશ્ય થઇ ગઇ છે. ઘણી ઉપજાતિયોમાંથી **ફેકોપ્સ, કિક્રિયસ, હોમેલોનોટસ, ડાલ્મેનિટીસ** અને **બ્રોંન્ટયુઝ** એટલી જાતિયો જ માત્ર દેખા દે છે. મેક્રોસિફેલસ આ પ્રાથમિક યુગનું ખાસ સપટલ પ્રાણી છેવટે હવે પછીના કાર્બોનિફરસ સમયમાં સમૂળું અદૃશ્ય થાય છે. આમ ત્રિલોબાઇટ જાતિ નાશ પામતી જતી દેખાય છે, અને સાટે બીજી યૂરિપ્ટેરિડ જાતિની પુષ્કળ વૃદ્ધિ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ખૂલ્લા અને ચોકખા દરીઆમાં આ સમયનાં રગોસ જાતનાં પરવાળાનાં જિવડાં વૃદ્ધિંગત થયાં હતાં એમણે એમ જ બીજાં લાઇમકાર્બોનેટ વડે ઘર કે આવરણ બનાવનાર જંતુઓએ ચૂર્ણપાષાણનાં ઘન અને વિશાળ પડો બાંધ્યાં છે. આ પ્રાણીઓની **કયેથોફિલમ, સિસ્ટિફિલમ** અને **એસરવ્યુલેરિયા** વગેરે જાતિયો આ સમયમાં મોજુદ હતી. **કેલિસઓલા** નામની એક જાતિ વિચિત્ર હતી. ભૂસ્તરવેત્તાઓ પ્રથમ એને એ લેમેલિબ્રેંચના વર્ગનું પ્રાણી છે એમ ગણતા. પછીથી એમ ઠર્યું કે ના એતો બ્રેચિયોપોડા વર્ગમાં આવે; અને હાલ મનાય છે કે એ તો રગોસ જાતના ઉધડે અને વસાય એવા ઢાંકણાવાળા પરવાળાના જિવડા છે! પરવાળાના આ જિવડાની જાતિયો ભેગાં ભેગાં સંખ્યાબંધ પત્થરનાં પોયણાં–ક્રિનોઇડ્સ પણ તે સમયે હતાં. એમની **સ્યાથોક્રિનસ** અને **કયુપ્રેસોક્રિનસ** એ આ સમયની લાક્ષણિક જાતિયો છે.



આ. પઇ ડેવોનિયન કોરલ (પરવાળાનાજીવડાં)
a. કયેથોફિલમ b. કેલિસકોલા
સિરેટાઇટીસ. સેંડેલિના.

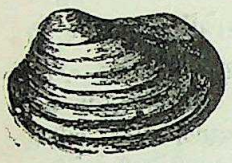
આ ડેવોનિયન સમયમાં **બ્રેચિયોપોડ્સ** વર્ગનાં પ્રાણીઓ વધારેમાં વધારે ફેલાઇ ગયાં હતાં. તે સમયના સમુદ્રમાં તેમની સાઠ જાતિયો અને અગિયારસેં ઉપજાતિયો જણાઇ છે! આ જ વર્ગનાં સિલૂરિયન સમયનાં પ્રાણીઓની જોડે મીઢવતાં જણાય છે કે સિલૂરિયન સમયની લાક્ષણિક જાતિયો જેવી કે **ઓર્થિસ** અને **સ્ટ્રોફોમેના** ઓછી થતી ગઇ છે, અને **પ્રોડોક્ટસ** અને **કોનેટસ** જેવી જાતિયો વૃદ્ધિંગત થઇ છે. એમનાં ખાસ વૃદ્ધિંગત થયેલાં કુટુંબો તે **સ્પિરિફેરા અન્સાઇટિસ, સિર્સિયા, એથિરિસ** અને **એટ્રિપા** વગેરે હતાં. વર્ત્તમાન સમયમાં મળી આવતા **ટેરેબ્રેચ્યુલાને** મળતી આવતી બે **સ્ટ્રિગોસિફેલસ** અને **રેન્સલેરિયા** નામની જાતિયો આ સમયની

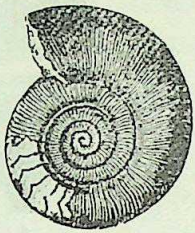
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

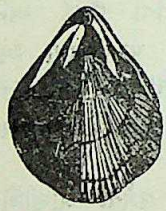
લાક્ષણિક જાતિયો છે. એમાંની પહેલી મધ્ય ડેવોનિયન સમયના ચૂર્ણપાષાણનું લાક્ષણિક ફોસિલ છે.

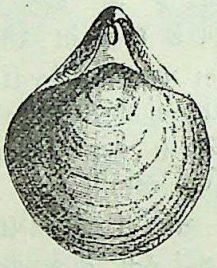
આ સમયમાં દરીઆમાં બીજાં માંસરુપી પ્રાણીઓ પણ થયાં હતાં. એમનાં ફોસિલો સારી હાલતમાં મળી આવે છે. કયુકુલિયા નામે લેમેલિબ્રેંચ અને ઓર્થોસિરાસ, સિર્ટોસિરાસ, કિલમેનિયા, ગોનિયાટાઇટિસ, અને બેકટ્રાઇટિસ એ આ સમયની સિફેલોપોડ્સની જાણીતી જાતિયો છે.

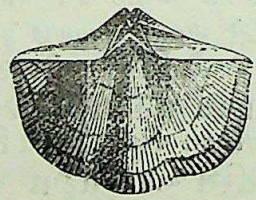




આ. ૫૭ ડેવોનિયન લેમેલિબ્રેંચ. a. કયુકુલિયા હાર્ડિજીઆઇ. b. કિલમેનિયા સેજિવકીઆઇ. ડેવોનિયન સિફેલોપોડ.







આ. ૫૮. ડેવોનિયન બ્રેચિયોપોડ.
a. અન્સિટિસ ગ્રાઈફિસ. b. સ્ટ્રિંગોસિફેલસ બર્ટિનિ.
c. સ્પિરિફેરા ડિસ્જંક્ટા.

યૂરોપમાં ડેવોનિયન સમયના ઉપલ્યો, મધ્ય અને નિચલ્યો એમ ત્રણ ભેદ પાડેલા છે. આ લઘુ ગ્રન્થમાં અમે ઝીણવટમાં ઉતરી વાંચનારને વધારે કહેવાનું પ્રયોજન જોતા નથી.

ડેવોનિયન સમયના પડોદય વડે ઉત્પન્ન થએલા ડુંગરો ઉપર ઘણા વિવિધ પ્રકારનું સૃષ્ટિસૌંદર્ય દૃષ્ટિગોચર થાય છે. કેટલાક પ્રદેશમાં ગોળ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શિખરોવાળી ટેકરીઓ હોઇ તેમની વચ્ચે વચ્ચે ફળદ્રૂપ અને સુંદર પહોળી ખીણો આવી રહેલી હોય છે. કેટલીક જગાએ સપાટ પ્રદેશમાં જેમના પાદપ્રદેશ અગાડીથી સમુદ્રનાં મોજાંની પેઠે ચઢતી ઉતરતી સપાટીવાળાં વિસ્તીર્ણ મેદાનો શરુ થાય છે એવી, ખડબચડી ડુંગરીઓની ધારો દેખા દે છે. જે પ્રદેશમાં સમકાલિન આગ્નેય રોકોનો પડોદય થયો હોતો નથી, ત્યાં ડેવોનિયન સમયનાં પડો સપાટ અને ડુંગરા ડુંગરી વગરનાં હોય છે. એથી ઉલટું જ્યાં આવા રોકો પડોદય થઇ ભૂપૃષ્ટ પર આવેલા હોય છે, ત્યાં એકદમ સીધી નિકળી આવેલી ટેકરીઓ દૃષ્ટિગોચર થઇ આપણું ધ્યાન ખેંચે છે. જ્યાં આ પ્રમાણે હોતું નથી, ત્યાં પણ આ સમયનાં પડોનું સૃષ્ટિસૌંદર્ય કાંઇ કમ હોતું નથી. ડેવનશાયરની ઉત્તરના પ્રદેશમાં, તેમ જ ટોર્કેના ઉપસાગર આગળ ઘણી જ મનોહર સૃષ્ટિસુંદરતા દૃશ્યમાન થાય છે. ભિન્ન ભિન્ન સખ્તાઇવાળા આગ્નેયરોકો તેમની સખ્તાઇના પ્રમાણમાં ઓછાવત્તા ખવાઇ જવાને યોગે તેમનો દેખાવ રમણિય બની રહે છે. આ ફળદ્રૂપ ખીણોમાં ઢોરનો ચારો પુષ્કળ હોવાથી ડેવનશાયરનાં ઢોર, દુધ, મલાઈ અને માખણ બહુ વખણાય છે.

બીજા ઉપયોગી ખનિજોમાં કાંઈ ખાસ કિંમતી નિપજ થતી નથી. રસ્તા ઉપર જડવાના, સડકપર પાથરવાના મજબુત, તેમ જ મકાન બાંધવાના પથ્થરો અહીંથી નિકળે છે. આ સમયના આગ્નેયરોકોમાંથી ગોમેદ, અકીક તેમ જ બીજા રંગબેરંગી સ્ફટિકો મળી આવે છે. ટોર્કે આગળ ચૂર્ણપાષાણે રુપાન્તર થઇને સુંદર આરસનું રુપ ધારણ કર્યું છે. આ આરસો ઘણા વખણાય છે. કોઇ કોઇ જગાએ આ સમયનાં પડોમાંથી લોહું, સીસું અને તાંબાની કાચી ધાતુઓ પણ મળી આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૮)

કાર્બોનિફરસ વિભાગ.

ભૂસ્તરના ઇતિહાસમાં ડેવોનિયન સમય પછી અનુક્રમમાં આવનાર સમયને કાર્બોનિફરસ સમય કહેવામાં આવે છે. લેટિન ભાષાના કાર્બોનમ્ (Carbonum) કોયલો એ શબ્દ ઉપરથી આ નામ પાડવામાં આવ્યું છે. કેમકે આ સમયનાં લાક્ષણિક પડોમાં ખનિજ કોયલાનાં પડો મુખ્ય છે. ડેવોનિયન સમય પછી ભૂગોળ પર થએલા ઘણા જાણવાયોગ્ય ફેરફાર દર્શાવતાં, આ ખનિજ કોયલાનાં પડો કોઇ કોઇ જગાએ તો ૨૦૦૦૦ ફીટ જાડાઇનાં બંધાયાં છે. કોયલાનાં પડો શિવાય આ સમયનાં પડોમાં ચૂર્ણપાષાણનાં પડો પણ બંધાયાં છે. આ ચૂર્ણ પાષાણનાં પડો પરવાળાનાં જિવડાં ક્રિનોઇડ્સ એટલે પત્થરનાં પોયણાં, પોલિઝોન, બ્રેચિયોપોડ અને બીજાં ચૂર્ણમય અવયવોવાળાં જંતુઓનાં બનાવેલાં છે. આવાં જંતુઓ એ સમયના ખૂલ્લા અને નિતર્યા પાણીવાળા દરીઆમાં તરવરી રહ્યાં હતાં. વળી એ સમયમાં વેળુપાષાણનાં પડો પણ બંધાયાં હતાં. વેળુપાષાણનાં આ પડોની વચ્ચે વચ્ચે, ઠેકાણે ઠેકાણે કોયલાંનાં વળાં મળી આવે છે. કાળા રંગની શેલનાં પડો પણ બંધાયાં છે. એ શેલનાં પડોમાં વનસ્પતિના અશ્મીભૂતઅવશેષો, લોહમય માટીનાં વળાં અને લોઢાનાં ગચ્છીઆં ભર્યા પડયાં છે. આ ઉપરાંત ઠેકાણે ઠેકાણે એક ઇંચ કરતાં પણ ઓછી જાડાઇથી માંડીને ઘણા ફીટની અગર વારની જાડાઇનાં કોયલાનાં વળાં દૃષ્ટિગોચર થાય છે. આ વળાં અગ્નિથી બળે નહિ એવી જાતની માટીનાં વળાંની ઉપર આવી રહ્યાં છે.

આ જુદી જુદી જાતનાં પડો એવી રીતે બંધાયાં છે, કે તેમના વડે કાર્બોનિફરસના સમયના ભૂગોલની વિસ્તીર્ણ સપાટીની ભૂગોળરચનાનો આપણને સહજ ખ્યાલ આવે. ચૂર્ણપાષાણનાં પડો કોઇ કોઇ જગાએ કેટલા યે હજારો ફીટની જાડાઇનાં છે. છતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેમની વચ્ચે બીજું કોઈ પણ તરેહનું જળમળરોકનું એક પણ પડ જણાતું નથી. વર્ત્તમાન સમયમાં જેમ પરવાળાંના ખડકો બનાવનાર જિવડાં થાય છે, તેમ તે સમયમાં પણ દરીઆના તળીઆમાં પરવાળાનાં જિવડાં અને એના જેવી બીજી જાતિયો થતી; અને તેમના શરીરના થરના થર વડે આ ચૂર્ણપાષાણ બનેલા છે. ક્રિનોઇડ્ અને એવી જ બીજી જાતિયોનાં જિવડાંઓના આખા અને તૂટેલા અવશેષોના જથ્થાને જથ્થા એકશાન ધટ્ટ પથ્થરરુપ બની ગયા છે. કોર્બોનિફરસ સમયના ચૂર્ણપાષાણને 'પર્વતના ચૂર્ણપાષણ' એવું નામ પણ અપાય છે. આ પત્થરનાં મોટાં પડો આયર્લેન્ડની પશ્ચિમેથી શરુ થઈ, પૂર્વ તરફ ઇંગ્લંડ, વેલ્સ, બેલ્જિયમ, અને હ્રાઇનલેંડ આગળ થઈ, છેક વેસ્ટફેલિયા સુધી સાતસેં અને પચાસ મૈલ લંબાયાં છે. મ્યૂઝ નદીના જલાગમ પ્રદેશમાં તેઓ ૨૫૦૦ ફીટ કસ્તાં ઓછી જાડાઇનાં નથી. ઇંગલંડના લેંકેશાયર નામના પરગણામાં આવાં પડોની જાડાઇ વધારેમાં વધારે છે. ત્યાં તેમની જાડાઇ છ હજાર ફીટની છે. આવા મોટા વિશાળ પ્રદેશમાં આટલા બધા અવશેષો પથરાયા હતા તે ઉપરથી અનુમાન થાય છે, કે તે સમયે મધ્ય યૂરોપની જગાએ વિસ્તીર્ણ, ખૂલ્લો અને નિર્મળ પાણીવાળો દરીઓ હશે. આ ચૂર્ણપાષાણનાં પડ જેમ જેમ ઉત્તરમાં જાય છે, તેમ તેમ તેમની જાડાઈ ઓછી થતી જાય છે. તેમ જ ત્યાં આ પડોની વચ્ચે વચ્ચે વેળુપાષાણ, શેલ અને કોયલાના થર દેખા દેવા માંડે છે. આ નવા જણાતા થરો જેમ જેમ ચૂર્ણપાષાણ બંધાયો છે ત્યાંથી આઘાં જાય છે, તેમ તેમ જાડાઇમાં વધતા જતા જણાય છે. ચૂર્ણપાષાણ પાતળો થતો થતો અદૃશ્ય થાય છે તે સ્કોટલેંડમાં તો માત્ર એક બે વારની જાડાઈના થોડા થર રૂપે જ જોવામાં આવે છે. આવી વસ્તુસ્થિતિ ઉપરથી એમ ધરાય છે કે, આયરલેંડની પૂર્વથી શરુ થઇ છેક વેસ્ટફેલિયા પર્યંત આ દરીઓ હતો; અને એ દરીઆની ઉત્તરે આવેલી જમીન ઉપરથી રેતી, કાદવ અને ખેંચાઇ આવેલી વનસ્પતિ વગેરે સમુદ્રના તળીઆપર પથરાવાને લીધે ચૂર્ણપાષાણ ઉત્તર તરફ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વધી શકયો નહિ હોય. ઇંગ્લંડ અને સ્કોટલેંડની ઉત્તરમાં ચૂર્ણપાષાણને બદલે આ ખેંચાઇ આવેલા રોક વડે બનેલાં પડ છે; છતાં ત્યાં દરીઆઈ ફોસિલોવાળા ચૂર્ણપાષાણનાં કોઈ કોઈ પડો પણ માલમ પડે છે. તે ઉપરથી અનુમાન કરાય છે, કે ઓછાવત્તા સમય સુધી દક્ષિણ તરફથી રેતી અને કાદવ તણાઇ આવતાં બંધ થવાથી, ત્યાં નિર્મળ દરીઓ બની, તેમાં આ પરવાળાંનાં અને બીજાં એવાં જ ચૂર્ણકાર્બોનેટ પેદા કરનાર જંતુઓ ઉદ્ભવ્યાં હશે. અને તેમણે સમુદ્રને તળીએ ફેલાઇને આ ચૂર્ણપાષાણનાં પડો નિપજાવ્યાં હશે. પરન્તુ ચૂર્ણપાષાણનાં આ પડોની જાડાઈ બહુ ઓછી હોવાથી એમ ધરાય છે, કે આ જંતુઓનું અસ્તિત્વ, તેમ પડ બંધાવાનો અનુકુળ સમય ટુંકો જ હશે. પાછી રેતી, કાદવ વગેરેએ ધોવાઈ આવી સમુદ્રમાં પથરાવા માંડયું હશે, જેથી આ પરવાળાનાં અને એ જ જાતનાં બીજાં જંતુઓ, એ તણાઇ આવેલા રોકને યોગે યાતો મરણ પામ્યાં હશે, અગર દક્ષિણ તરફ જઇને વસ્યાં હશે. એમ થતાં, એ મૂળ જગાએ પાછા વેળુપાષાણ અને શેલના થરો બંધાયા હશે.

જે સમયે ઉપર વર્ણવેલો ફેરફાર થતો હશે, તે સમયે આખો પશ્ચિમ અને મધ્ય યૂરોપનો ચૂર્ણપાષાણવાળો પ્રદેશ રફતે રફતે નીચે બેસતો જતો હશે, એ વાત નિઃસંદેહ છે. સમુદ્રનું પાત્ર નીચે બેસતું જતું હશે; પણ તે એટલું રફતે રફતે, કે તેના ઉપર ચૂર્ણપાષણનાં પડો બંધાઇ શકે. આમ ચૂર્ણપાષણ બંધાઇને ઉંચા આવે અને સમુદ્રનું તળીયું રફતે રફતે નીચે બેસતું જાય, એ સરખા પ્રમાણસર થતું હોવાથી ખૂદ સમુદ્રની હજારો ફીટની ઉંડાઈમાં ફેર નહિ પડતો હોય. ચૂર્ણપાષાણનું બંધારણ જોઇને આ વાત નક્કી કરાય છે. અમે ઉપર કહી ગયા છિયે કે આ ચૂર્ણપાષાણની જાડાઈ છ હજાર ફીટથી યે વધારે હતી. જો સમુદ્રનું પાત્ર ઉપર કહ્યા પ્રમાણે ધીરે ધીરે નીચે બેસી જતું ન હોય, તો છેક નીચે બંધાયલો ચૂર્ણપાષાણ પાણીની સપાટીથી છ હજાર કે એથી યે વધારે ઉંડાઈએ બંધાયલો હોવો જોઇએ. અને ચૂર્ણમયરોક વધીને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

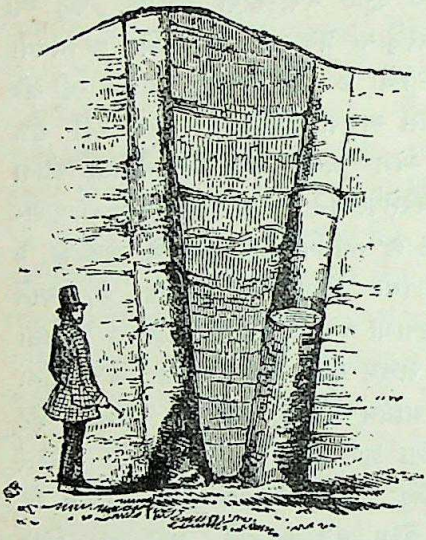
ચૂર્ણપાષાણ ધીરે ધીરે બંધાઇને છેક ઉપર સુધી આવવાને લીધે સમુદ્ર તદ્દન અગર ઘણોખરો પૂરાઇ ગયો હોવો જોઇએ. પણ આ ધારણા ખરી ન હોવાનાં કારણોમાં પ્રથમ તો એ, કે એક જ જાતનાં ચૂર્ણપાષાણ બનાવનારાં પ્રાણીઓ છ હજાર ફીટની ઉંડાઇએ રહી શકે અને સમુદ્રની સપાટીની પાસે અથવા સપાટી ઉપર પણ રહી શકે, એ બને નહિ. આથી જો એમ બન્યું હોય, તો નીચલા પડોના ચૂર્ણપાષાણનાં અંગભૂતના અવશેષો અને ઉપલ્યા પડોમાના ચૂર્ણપાષાણ-માંના અંગભૂત પદાર્થો એક જ જાતિના હોય નહિ. એ ખરું છે, કે આ મોટા સમુદાયમાં ઓછોવત્તો બંધારણભેદ જણાય છે, અને દરેક જુદા જુદા બંધારણભેદવાળા જથામાં તેમનાં લાક્ષણિક ફોસિલો પણ મળી આવે છે. છતાં સમગ્ર રીતે એના આખા જથ્થામાંનાં પ્રાણીઓ એક જ સરખાં માલમ પડે છે; અને છ હજાર ફીટ જાડાઇનાં પડ બંધાવાના લાંબા કાળ સુધીમાં તેમાં કશો ફેરફાર થયલો જણાતો નથી. છ હજાર ફીટની ઉંડાઇનો સમુદ્ર પૂરાવાને જે સમય લાગે તેટલા સમયમાં એમ બને જ નહિ. માટે જ એમ મનાય છે, કે મૂળ તળીયું છ હજાર ફીટ નીચે બેસે, તેટલા કાળમાં પડો બંધાઈ બંધાઇને ઉંચાં આવતાં જતાં હશે; અને તળીયું રફતે રફતે નીચે બેસી જતું હશે. આમ આ બન્ને ઘટના સાથે સાથે જ થતી ચાલુ રહી હશે.

સમુદ્રનું પાત્ર જ રફતે રફતે નીચે બેસતું જતું હશે, એ નિર્ણયપર આવવા સારુ બીજી ઘણી બાબતો પણ ધ્યાનમાં લેવા યોગ્ય અને વજુદવાળી છે. ઉત્તર તરફ જતાં ચૂર્ણપાષાણને લગતાં બંધાયલાં જળમળરોકનાં પડો પણ હજારો ફીટની જાડાઈનાં છે. આ પડો તળીએથી માંડીને તેમના મથાળા સુધી છાછરા સમુદ્રમાં બંધાયાં હોય એવી નિશાનીઓથી ભરપૂર છે. એઓમાં ક્રમશઃ વેળુપાષાણ, કોંગ્લોમિરેટ અને શેલનાં પડો એક બીજાની આગળ પાછળ આવેલાં છે. એ પડોમાં પ્રવાહ વડે બંધાયલાં નાનાં પડો સારાંવાર દક્ષિણમાં થાય એ ઠેકાણે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઠેકાણે પવનની લ્હેરોવડે ઉત્પન્ન થતાં નાનાં મોજાં વડે બનતાં સ્તનાકાર ચિન્હો મળી આવે છે. ઠેકાણે ઠેકાણે સુકાઇ જતા કાંપમાં પડેલા ચીરા અને તડો પણ દૃષ્ટિગોચર થાય છે. વળી આ પડોમાં જમીનપર થતી વનસ્પતિના અવશેષો પુષ્કળ ભર્યા હોય છે. આ વનસ્પતિના અવશેષોમાં કેટલાક છોડ અને ઝાડો તો ઉભાં ને ઉભાં ઉગી નિકળ્યાં હોય એવી સ્થિતિમાં નજરે પડે છે. આવા વનસ્પતિના અવશેષો સમુદ્રના પાત્રમાં ઉંડા પાણીમાં નહિ, પણ ઉપકંઠની નજદીકમાં આવેલા છાછરા પાણીમાં દટાયા હશે એ ઊઘાડું જ છે.



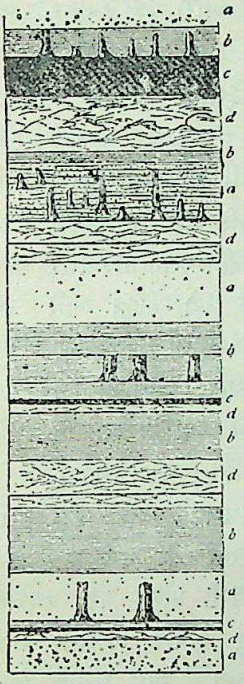
આ. ૫૯. સ્વોન્સીમાં વેળુપાષાણમાં મળી આવેલું ફોસિલ, સીજીલેરિયા જાતનું ઉભું ને ઉભું ઝાડ.

પણ સમુદ્રનું પાત્ર રફતે રફતે ઐસી જતું હતું તેનો સૌથી વધારે મનોરંજક અને અગત્યનો પૂરાવો તો કાર્બોનિફરસ સમયનાં પડોમાંથી મળી આવે છે. ખાણમાંથી નિકળતો કોયલો તો જાતે વનસ્પતિ હોઈ તેણે ખનિજરુપ ધારણ કર્યું છે. બ્રિટિશ ટાપુઓમાંનાં દરેક ખનિજકોયલાનાં પડો બળે નહિ એવી માટીનાં અગર શેલનાં પડોની ઉપર જ બંધાયલાં હોય છે. કોયલાના પડોના તળીઆમાંથી નિકળીને ઘણાં નાનાં મોટાં મૂળીઆં આવાં માટીના અગર શેલનાં પડોમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છૂટથી ધૂસેલાં માલમ પડે છે. જે પડોમાં આ વનસ્પતિ ઉગેલી તે પડો ઉપર વનસ્પતિ વડે બંધાયલાં પડો તે જ આ કોયલાનાં પડો છે. આમ કોયલાનાં પડો અને બળે નહિ એવી માટી અને શેલનાં પડો વડે સાબિત થાય છે, કે એ વનસ્પતિ જમીન પર ઉગેલી છે; અને દરીઆના પાત્રમાં નહિ. યુરોપખંડમાં આવેલાં કેટલાંક ખનિજ કોયલાનાં પડો ઉપરથી જણાય છે કે આમ ઉગવાની જગાએ જ પડી પડી કહોવાણ થતાં થતાં દટાઇને ખનિજ કોયલાનું રુપ ધારણ કરેલી કેટલીક વનસ્પતિ રેલને લીધે તણાઇ, સમુદ્રમાં દૂર પથરાઈ ને ત્યાં દટાઈ હોય એમ પણ બન્યું છે.



આ. ૬૦. કોયલાનાં પડ અને બીજાં પડો દર્શાવતો ખાણનો ઉભો છેદ. નીચલાં પડોમાં મૂળીઆં પ્રવેશેલાં તેમ જ ઉભાં ને ઉભાં ઝાડોનો દેખાવ.

કાર્બોનિફરસ સમયનાં પડો બંધાયાં છે, ત્યાં ઘણી જગાએ વેળુપાષાણ, શેલ અને બીજા રોકોનાં પડો અનુક્રમે એક બીજાની પછી જુદીજુદી સપાટીએ બંધાયેલાં મળી આવે છે. તેમાં ખનિજ કોયલાનાં સેંકડો વળાં દૃષ્ટિગોચર થાય છે. જો આમાંનું દરેક વળું જમીન પરની વનસ્પતિનું થયું એમ માનીએ તો તેમની વચ્ચે આવતાં જુદાં જુદાં પડો શી રીતે બંધાયાં હોય? માત્ર એક જ વાત કબુલ રાખીએ તો એ બાબતનો ખૂલાસો થાય છે. તે એ કે જે ક્ષેત્રમાં આ કોયલાનું દરેક વળું બંધાયું છે, તે રફતે રફતે બેસતું જવું જોઇએ. એ જમીન જ્યારે નીચે બેસી જતી હશે ત્યારે વેળુ, કાદવ અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કચરો આજુબાજુના પ્રદેશમાંથી તણાઈ આવી જમીન નીચે બેસી જવાથી છાછરા પાણીવાળા ભાગમાં પડેલો ખાડો પૂરી દેતાં હશે. આ પ્રમાણે કાદવવાળી નવી સપાટી બને તેના ઉપર છાછરા પાણીમાં થતી વનસ્પતિ ઉગી ઉગીને દરીઆ તરફ ફેલાતી ફેલાતી પથરાય. જમીન કંઇ સતત બેસે જ જાય નહિ. જે કાળે જમીન બેસી જતી બંધ પડી હોય, તે કાળે ત્યાં જંગલ બની રહે, અને ત્યાં વનસ્પતિ ફેલાય. પછી વળી જ્યારે જમીન પુનઃ બેસી જવાનો આરંભ થાય, ત્યારે એ વનસ્પતિ તેમ જ ખેંચાઈ આવેલી મૃત વનસ્પતિ, ઉપર પાણી ફરી વળે અને તેના ઉપર નવાં વેળુ, કાદવ અને કાંપ વગેરે પથરાઇ એને દાટી દે. ઉપર પથરાયલી વસ્તુઓનું દબાણ વધે તેમ તેમ વનસ્પતિ દબાઇને સંકોચાય. તેનામાં કહોવાણ અને રસાયનિક ફેરફાર થવાનો આરંભ થઇ આખરે આ વનસ્પતિ ખનિજ કોયલાનું રુપ ધારણ કરે. વળી જમીનનું નીચે બેસવું અટકે. પુનઃ એવીને એવી રીતે બીજા પદાર્થ પથરાય અને ફરી ફરીને કોયલાનાં વળાં અને બીજાં પડો, એમ બંધાયાં કરે. વળી પાણીવાળી જગા ઉપર થતી વનસ્પતિ ઉપકંઠ ઉપર ઉગી પાણી પર પથરાતી પથરાતી દરીઆ તરફ ફેલાય. વળી પાછું જ્યારે જમીન બેસી જવાનું શરુ થાય, ત્યારે આ પડો દટાઇ જાય. આ પ્રમાણે એની એ ક્રિયાઓની પુનરુક્તિઓ થતાં કોયલાનાં પડો અને ગાળે ગાળે બીજાં જળમયરોકનાં પડો, એવી રચના બની રહે.

આમ એક પછી એક એવાં કોયલાનાં પડો મળતાં હોવાથી તે સમયે ત્યાંની જમીન ઉત્તરોત્તર અને ગાળે ગાળે બેસી જતી હતી એ જાણીએ છિએ. તેમ જ કોયલાનાં પડોની જાડાઈ ઉપરથી જમીન નીચે બેસી જવાની ક્રિયા ઓછાવત્તા કાળ પર્યંત ચાલી, કે અટકી હશે એ પણ જાણી શકીએ છિએ. જો કોયલાનું પડ જાડું હોય, તો તેને બંધાવાનો સમય બહુ લાગેલો હોય અને એટલો કાળ જમીન બેસી જતી અટકી ગઈ હોય; અથવા એટલી બહુ જ થોડી થોડી અને રફતે રફતે બેસી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગઈ હોય, કે જેથી વનસ્પતિ ઉગી નિકળી એ પ્રદેશને તદ્દન છાઈ નાંખી પાણીની સપાટી ઉપરને ઉપર રહે.

કાર્બોનિફરસ યુગમાં વનસ્પતિનો જેવો અને જેટલો ઉદ્દભવ થયો હતો, તેવો અને તેટલો ઉદ્દભવ ત્યાર પહેલાં અગર ત્યાર પછીના કોઇ સમયમાં થયો નથી. વર્ત્તમાન સમયમાં એવું કાંઈયે નથી કે જે એ ઉદ્દભવની જોડે મિંઢવાય. ઉષ્ણકટિબંધના દરીઆ કિનારાનાં છાછરા પાણીમાં મેંગ્રોવ નામે વનસ્પતિ ઉદ્દભવીને વૃદ્ધિંગત થાય છે, એ આ કાર્બોનિફરસ સમયના ઉદ્દભવની સાથે સહજ મિંઢવાય. મેંગ્રોવ ઉપકંઠ પાસે જ છાછરા પાણીમાં ઉગે છે. એનાં મૂળ અને શાખાઓ પાણીમાં પ્રવેશી, એ વનસ્પતિ વધતી વધતી દરીયા તરફ જાય છે. પરિણામે ઉપકંઠ ઉપર તેમનાં મૈલોના મૈલોના વિસ્તારવાળાં ઘાઢાં જંગલો બની રહે છે. કોયલાનાં પડો પણ આમ દરીઆના ઉપકંઠ પર બંધાયાના પૂરાવા ઘણા મળે છે. કોયલાનાં પડોમાં દરીઆઇ શંખલાં અને બીજા પ્રાણીઓના અવશેષો મળી આવે છે, એ ઉપરથી સહજ એવા અનુમાન ઉપર આવી શકીએ છીએ. કોયલાનાં પડો જેમ સમુદ્રના ઉપકંઠ ઉપર બંધાયલાં જણાય છે, તેમ જ મીઠાપાણીમાં પણ આવાં જંગલોએ કોયલાનું રુપ ધારણ કર્યું હોય તેના પુરાવા પણ ઉપલબ્ધ થાય છે. કોયલાનાં આવી રીતે બનેલાં પડો પણ ઘણાં મોટાં હોય છે. કોઈ કોઈ પડ તો હજારો ચોરસ મૈલના વિસ્તારવાળું મળી આવે છે. તે સમયે ભૂગોળ ઉપર એક સરખી વસ્તુસ્થિતિ કેવા મોટા પ્રમાણમાં હતી, એ આવા વિસ્તીર્ણ કોયલાના પડ ઉપરથી આપણા સમજવામાં આવે છે.

ભૂકવચની અંદરની ગતિ અને તેથી થતા ફેરફારને લઇને, કાર્બોનિફરસ સમયમાં ડેવોનિયન સમયની ભૂગોળરચનામાં બહુ ફેરફાર થઇ ગયો હોય એમ લાગે છે. ડેવોનિયન સમયનાં જુનાં રેતીનાં પડોમાંનાં સરોવરો અને એ સરોવરોમાં જ્યાંથી પાણી આવતું એ જલાગમ પ્રદેશ આ સમયે પુરાઇ ગયો હોય એમ જણાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

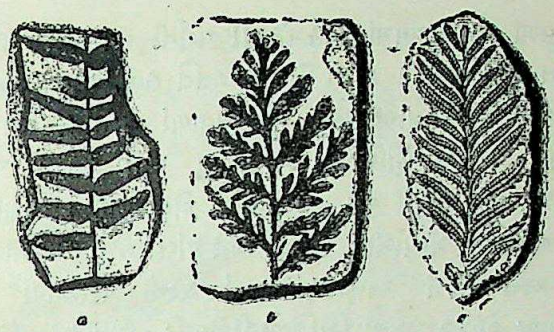
ડેવોનિયન સમયનાં પડો ક્ષિતિજસમસૂત્ર ન રહેતાં ત્રાંસાં અને કેટલીક જગોએ તો ઉભાં થઇ જઇ તેમનો પડોદય થયો હતો. આ પડો અતિશય દબાણને લીધે કચરાઇ ગયાં છે, અને કેટલીક જગોએ તો તેઓ રુપાન્તર થઇ ગયાં છે. આમ થવાની સાથે તેમાં આગ્નેયઉપાધિજન્યરોક, ગ્રાનિટે પ્રવેશ કર્યો છે. ડેવોનિયન સમયની આગ્નેયઉપાધિની ક્રિયા આ કાર્બોનિફરસ સમયમાં ચાલુ રહી હતી. પણ એનું બળ તે સમયના કરતાં ઘણું કમતી થઇ ગયું હતું. કાર્બોનિફરસ સમયના પ્રથમના અર્ધા ભાગમાં ઇંગ્લંડના ડર્બી નામના પરગણામાં, મેનના ટાપુમાં, મધ્ય અને દક્ષિણ સ્કોટલેંડમાં અને આયરલેંડના નૈરુત્યમાં જ્વાળામુખીઓનું પ્રાબલ્ય વિશેષ હોય એમ જણાય છે. આ જગાઓમાં જ્વાળામુખીમાંથી નિકળેલી રાખોડી અને લાવા વડે ઘણા ડુંગરાઓના સમુહો અસ્તિત્વમાં આવેલા છે.

કાર્બોનિફરસ સમયની જમીન અને દરીઆનાં પાત્રમાં ઘણા અવશેષો જળવાઇ રહ્યાના સબબથી તે સમયની માહીતી ઘણી મળી છે. પ્રથમ તો તે સમયના ઉદ્ભિજની વાત કરીશું.

સામાન્યતઃ આ સમયની વનસ્પતિ ડેવોનિયન સમયની વનસ્પતિના જેવી જ હતી. તે સમયમાં થતી વનસ્પતિની ઘણી જાતિયો આ સમયના જંગલોમાં પણ જીવંત રહી હતી. તે સાથે ડેવોનિયન એટલે જુનારાતીરેતીનાંપાષાણનાં પડોમાં અસ્તિત્વ ન ધરાવતી પુષ્કળ નવી જાતિયો પણ બહુ વૃદ્ધિંગત થઇ હતી. ડેવોનિયન સમયની વનસ્પતિની પેઠે કાર્બોનિફરસ સમયની વનસ્પતિ પણ વિવિધતા વગરના એક સરખા દેખાવની હતી. કેમકે તે બધી **અપુષ્પ** વર્ગની જ હતી. એટલું જ નહિ, પણ છેક વિષુવવૃત્તથી માંડીને ધ્રુવવૃત્ત સુધીમાં તેમના મળી આવતા અશ્મીભૂતઅવશેષો ઉપરથી જણાય છે, કે આખા ભૂગોળ ઉપર એક જ જાતિની અને કુટુંબોની વનસ્પતિ પસરી રહી હતી. કાર્બોનિફરસ સમયની આ વનસ્પતિ મોટે ભાગે ફર્ન, લિકોપોડ્સ અને ઇકિવટેસી વર્ગની હતી. એ સમયની ફર્ન જાતિ જોતાં, એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

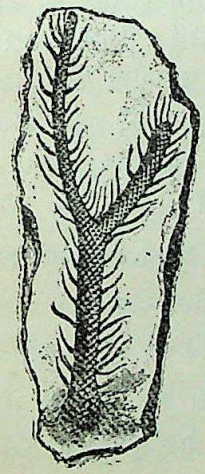
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આ. ૬૧ a. ન્યૂરોપ્ટેરીસ. b. સ્ફેનોપ્ટેરીસ. c. એલિથોપ્ટેરીસ.
કર્બોનિફરસ સમયની ફર્નો.

જાતિઓની વંશજ, આપણા વર્તમાન સમયની હાલની ફર્નોની આપણને યાદ આવે છે. બહુધા ફર્નોની સ્ફેનોપ્ટેરિસ, ન્યૂરોપ્ટેરીસ અને પેકોપ્ટેરીસ જાતિઓ પૃષ્કળ થતી.

લિકોપોડ્સ વર્ગમાં તેની **લેપિડોડેંડ્રોન** નામની જાતિ સામાન્ય રીતે મળી આવે છે. આ વનસ્પતિના થડ ઉપર ચોતરફ પાંદડાં ઉખડી જઈને ચાઠાં પડી ગયાં હોય એવા ખાડા ખાડા જેવાં ભીંગડાં હોવાને લીધે એને આ નામ આપવામાં આવ્યું છે. એની નાની ડાળીઓ અણીદાર પાંદડાથી આચ્છાદિત હતી. અને એને છેડે નાનાં શંકુ આકારનાં ફળ અથવા શિતકટિબંધમાં પર્વતો ઉપર અને ભેજવાળાં મેદાનોમાં થતી કલબમોસ જેવા દેખાવના ફણગા હતા. પણ કલબમોસની પેઠે આ લેપિડોડેંડ્રોન ભોંય પર છાબડાની પેઠે, છોડવા અગર વેલાની પેઠે વધતી વનસ્પતિ નહોતી. એનાં તો ઝાડ થતાં, અને તે પણ બહુ મોટાં; એ ઝાડ પચાસ ફીટ અથવા એથી યે વધારે ઉંચાં થતાં.

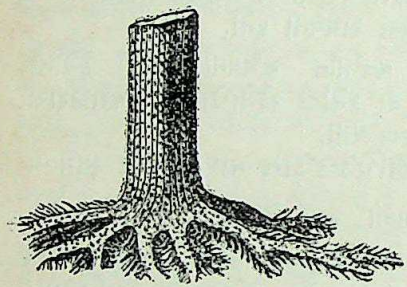


૬૨. લિકોપડ-લેપિડોડેંડ્રોન સ્ટર્નબર્ગાઈ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વળી આ સમયમાં ઇકિવટેસી વર્ગની વનસ્પતિ પણ થતી. એ જાતની કેલેમાઇટ કરીને એક ઉપજાતિ હતી. એનાં સાંધા સાંધાવાળાં અને ઝીણી ઝીણી ઉભી ખોભણોવાળાં થડનાં ઘણાંએ ફોસિલો પ્રાપ્ત થાય છે. આ ફોસિલો વેળુપાષાણ અને શેલનાં પડોમાંથી મળ્યાં છે. ઘણું કરીને આ વનસ્પતિ ભેજવાળી, કાદવવાળી અને રેતાળ જમીનમાં ગીચોગીચ ઉગતી. એને પાંદડાં જેવી પાતળી ડાળીઓ હતી; અને એનાં અણીદાર પાંદડાં થડની પેરીઓના સાંધાની આજુબાજુ ચોમેર ઉગતાં. સિજિલેરીઓઇડિ નામની બીજી એક જાતિ આ સમયમાં સૌથી વધારે ઉત્પન્ન થતી. એ જાતિનો વંશ વર્તમાન સમયમાં રહ્યો નથી. આ સિજિલેરીઓઇડિ વનસ્પતિ તે ઉર્ધ્વજકોટિના કિયા વર્ગની હતી, એ નક્કી થઈ શકતું નથી. એને વનસ્પતિની વર્ગણીમાં ક્યાં મૂકવી એ અંગે ઉર્ધ્વજશાસ્ત્રીઓમાં ઘણો ઉહાપોહ થયો છે.



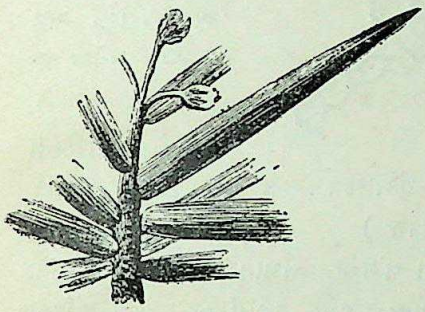
આ. ૬૩. સિજિલેરિયા અને મૂળ સ્ટિગ્મેરિયા.

આ વનસ્પતિનાં થડ પણ પચ્ચાસ અગર એથી યે વધારે ફીટ ઉંચાં થતાં. એના થડ ઉપર ઉભી અને સમાન્તર ઝીણી ખોભણો થતી. દરેક ખોભણમાં પાંદડાં ઉખડી જઇને પડયા હોય એવા ડાઘા ડાઘા થતા. સિક્કા જેવા ગોળ ગોળ આ ડાઘાને લીધે જ આ વનસ્પતિનું સિજિલેરીઆ એવું નામ પડયું છે. થડ ઉપર પડતા આ ડાઘા, થડ મોટું થતું જાય, તેમ તેમ અદૃશ્ય થતા અને થડના નીચેના ભાગમાં ખાડા ખાડા અગર મૂળને હોય તેવી ગાંઠો ગાંઠો જેવો દેખાવ બનતો. અગ્નિથી બળે નહિ એવી માટીનાં પડોમાં આ વૃક્ષોનાં થડીઆં મૂળે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉગ્યાં હશે, તેવીને તેવી સ્થિતિમાં મળી આવે છે. એના પાણીમાં તણાઈ આવેલા કડકાઓનાં ફોસિલો વેળુપાષાણ અને શેલનાં પડોમાં પૂષ્કળ મળી આવે છે. કોર્ડેઇટીસ નામની વનસ્પતિની બીજી એક જાત પણ આ સમયમાં થતી. આ જાતિ પણ વનસ્પતિના કિયા વર્ગમાં આવે એ વિષે ઘણો મતભેદ હોઇ, વિવાદ થયો છે. કોઈ ઉદ્ભિજશાસ્ત્રી તેને 'લિકોપોડ,' તો બીજા "સિકેડ" અને વળી કેટલાક એને "કોનિફર"ના વર્ગમાં ગણે છે. આ વનસ્પતિના પાંદડાંમાં નસો સમાન્તર થતી. પાંદડાં ખરી જતાં ત્યારે થડ ઉપર એનાં ચાઠાં રહી જતાં. એ વનસ્પતિને પણ ફણગા અગર ટેશીઓ થતી. ઉપર વર્ણવેલી આ બધી વનસ્પતિ ભેજવાળી જમીનમાં નિચાણમાં થતી. જમીનના ઉંચાણના પ્રદેશમાં પાઇનના વર્ગની વનસ્પતિ થતી. આવી વનસ્પતિનાં પડી ગએલાં થડીઆં રેલમાં તણાઇ આવીને વેળુમાં દટાતાં તે જ વર્ત્તમાન સમયમાં વેળુપાષાણમાં ફોસિલરૂપે ઉપલબ્ધ થાય છે.



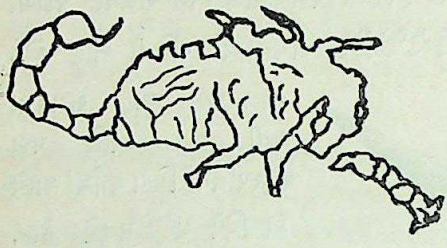
આ. ૬૪. કોર્ડેઇટિસ, એલોઇડિયમ, તેના કાર્પોલિથિસ સહિત.

આ સમયની ઘણી વનસ્પતિ ફોસિલરૂપે જળવાઇ રહી છે; પરંતુ પ્રાણીઓ ઘણાં ઓછાં જળવાઇ રહ્યાં છે. એ સમયમાં થતા વિંછી, કાનખજુરા અને બીજાં એ જાતનાં ઘણાં પ્રાણીઓનાં ફોસિલો મળ્યાં છે, તે ઉપરથી જણાય છે કે આ સમયમાં હવાનો શ્વાસ લેનારાં–જમીનપર વસતાં–જનાવરો થયાં હતાં. સ્કોટલેંડના કાર્બોનિફરસ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સમયના પડોમાંથી વિંછીના પૂર્વજ "ઈઓસ્કોર્પિઅસ" નાં ફોસિલો મળ્યાં છે. કાર્બોનિફરસ સમયના ત્યાંના શેલનાં પડોમાં આ ફોસિલો બહુ ઉત્કૃષ્ટ રીતે જળવાઇ રહ્યાં છે. એમના શરીરની બારીકમાં બારીક રચના આબેહૂબ જણાય છે અને તેઓ એમના વંશજો, વર્તમાન સમયના વિંછીઓના જ પૂર્વજો હોય એમ સહજ દૃષ્ટિ પડતાં જ ઓળખાઇ આવે છે. એ ફોસિલોપરથી જણાય છે કે વિંછીઓના આ પૂર્વજોને પણ પૂંછડીને છેડે, એમના વંશજોને હોય છે એવો ડંખ હતો. આ ઉપરથી અનુમાન કરાય છે, કે તે સમયે આ ઈઓસ્કોર્પિઅસ જેને એ ડંખ મારીને મારી નાંખીને પોતાનો ગુજારો કરતાં હશે એવાં બીજાં પ્રાણીઓ પણ હશે. કાર્બોનિફરસ સમયના જંગલોમાં વનસ્પતિ ખાઈને જિવનારાં ઘણાં ખજુરા જાતિનાં પ્રાણીઓ હતાં. એ સમયના જંગલોમાં ઉનાળામાં મોટી મોટી માખીઓ ખાસ ઉત્પન્ન થતી. મેફલાઈ જેવી માખીઓ, પાષાણવાળા પ્રદેશમાં નિપજતી. ખાસ જાતની માખીઓ, ઉધાઇઓ, વંદા, તમરાં, તીડ અને હાલની જાતિયો કરતાં વિવિધ રીતે ભિન્નતાવાળી બેસુમાર જાતિઓ વસતી. ખરેખાત આવાં અસંખ્ય જંતુઓવડે ગણગણાટ મચી રહી, તે વખત બિલ્કુલ શાન્તિ નહિ હોય ! આ બધાં પ્રાણીઓ ખનિજ કોયલાનાં વળાંમાં અને શેલના પડોમાંથી મળી આવે છે. ઉપર કહેલા જંતુઓમાંથી કેટલાંક તો કદે બહુ મોટાં હતાં. 'મેગાપ્ટિલસ' નામના જંતુની બે પાંખ સાત આઠ ઇંચ લાંબી હતી. યૂરોપ અને અમેરિકાનાં ખનિજ



આ. ૬૫. કાર્બોનિફરસ યુગનું ઈઓસ્કોર્પિઅસ (હાલના વિંછીનો પૂર્વજ).

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કોયલાનાં પડોમાંથી મળી આવતાં જંતુઓનાં ભાગ્યાં તૂટયાં શરીર અને ઉખડી ગએલી પાંખો વગેરે બહુ અગત્ય ધરાવે છે. પણ એ જાતનાં જંતુઓનો મોટો જથ્થો તો ફ્રાન્સમાં કોમેંટ્રી નામના સ્થળમાંથી ઉપલબ્ધ થાય છે. ત્યાં અત્યાર સુધીમાં એવાં જંતુઓની તેરસેં જુદી જુદી જાતો જણાઇ છે. ત્યાં એમાનાં કેટલાંક તો બહુ જ સારી રીતે જળવાઇ રહ્યાં છે. ઝાડોનાં ખવાઈ જતાં થડનાં ફોસિલોમાં જમીન ઉપર થતી 'ગોકળ ગાયનાં' ફોસિલો મળ્યાં છે ! આમાનાં કેટલાંક તો હાલના જંગલોમાં નિપજતાં આવાં પ્રાણીઓને બહુ જ મળતાં આવે છે.

ઉતળા પાણીવાળી જે જગામાં ખનિજ કોયલા બંધાયા છે, એ જમીન પણ પ્રાણીઓથી ભરેલી હતી. એના ઉપર બહુધા મીઠા પાણીમાં થનારાં માંસરુપી પ્રાણીઓ હતાં. આવી જમીનમાં જ્યાં જ્યાં સમુદ્ર પ્રવેશ કરી શકયો હશે, ત્યાં ત્યાં દરીઆઇ પ્રાણીના અવશેષો પણ સંખ્યાબંધ મળી આવે છે. રે અને શાર્ક જાતની માછલીઓ સમુદ્રમાંથી આ ઉતળા પાણીવાળી જમીનમાં ઘુસી આવી હશે, તેમની પાંસળીઓનાં ફોસિલો પણ મળી આવે છે. એ જાતનાં પ્રાણીઓમાં **જિરાકેન્થસ** અને **પ્લૂરાકેન્થસ** ખાસ આપણું લક્ષ ખેંચે છે.

વળી શેલનાં ઘણાં પડોમાંથી એક જાતનાં લંબચોરસ ઢેફાં નિકળે છે. એ ઢેફાંને ભાંગીએ તો તેની અંદર ભાગી ગયેલાં અને ન પચેલાં હાડકાં વગેરે મળી આવે છે. આ ઢેફાંનો આકાર, તેમની બહારની બાજુના ઘીસા અને એમની રચના વગેરે, તેમ જ એઓ ફોરફેટનાં બનેલાં હોય છે, એ ઉપરથી એ ઢેફાં મોટી માછલીઓએ કરેલી હધારના કે છાણના અવશેષ હશે એમ મનાય છે. એવાં છાણ વગેરેનાં ફોસિલોને કોપ્રોલાઇટ કહેવાય છે એતો પૂર્વ કહી ગયા છિયે સબ્બ વાંચનારને વિદિત છે. ખરેખાત **શ્રીમદ્‌ભાગવતમાં** કહ્યું છે તેમ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

" फल्गुनि तत्र महतां जीवोजीवस्य जीवनम्* ॥ એમ જ બનતું હશે. મોટી માછલીઓ નાની માછલીઓને ભક્ષ કરી જતી હશે !

કાર્બોનિફરસ સમયમાં અને ખરૂં જોઈએ તો પ્રાથમિક યુગના પાછલા સમયમાં ભૂગોળ ઉપર વધારે ઉત્ક્રાન્તિ પામેલાં પ્રાણીઓમાં જોવા જઈએ તો તે 'જળસ્થળચર' વર્ગનાં હતાં. વર્ત્તમાન સમયમાં જે સાલામેંડર જાતિનાં પ્રાણીઓ થાય છે, તેવાં જ તે પ્રાણીઓ હશે. સાલામેંડર, ગરોળી, કાચંડા, વગેરેના જેવું પ્રાણી છે. એ કુટુંબનું ભૂગોળ પરથી સત્યાનાશ જવાથી હાલ એવું પ્રાણી છે જ નહિ. એ કુટુંબને 'લેબોરિન્થોડોન' કહેવામાં આવે છે. એ પ્રાણીના દાંતની અંદરના ભાગની બનાવટના અંગભૂતપદાર્થની રચના ભૂલભૂલવણી જેવા આંકાઆંકાવાળા દેખાવની હોવાને લીધે તેમને આ નામ સંપાદન થયું છે. આ પ્રાણીઓના પગ વગેરે અવયવો નબળા–પાતળા અને પૂછડાં બહુ લાંબાં હતાં. તેમની ખોપરીની આજુબાજુ હાડકાનું મજબુત વેષ્ટન હતું. અને તેમની નીચેની બાજુ એટલે પેટ ઉપર–મગરને હોય છે એવું હાડકાનું મજબુત બખ્તર હતું. જો કે કાર્બોનિફરસ સમયમાં થતાં આ જાતનાં પ્રાણીઓ કદે નાનાં હતાં, છતાં તેઓ સાત આઠ ફીટ લાંબાં થતાં. તે સમયનાં છાછરાં પાણીનાં સરોવરો અને ભેજવાળી જગાઓમાં આ પ્રાણીઓ રાક્ષસોની પેઠે ઘૂમતાં હશે ! એ કુટુંબની આર્કેગોસૌરસ, એન્થ્રોકોસૌરસ, લોક્ષિમા, ડેન્ડ્રેરપેટેન અને બેફિટિસ એ ઉપજાતિઓ વિશેષે વધારે ફેલાયલી હતી.

કાર્બોનિફરસ સમયના ચૂર્ણપાષાણમાં તે સમયનાં ઘણાં દરીઆઈ પ્રાણીઓ જળવાઈ રહ્યાં છે. એ ચૂર્ણપાષાણો બહુધા સદંતર આવાં પ્રાણીઓના અંગભૂતપદાર્થોના બનેલા છે. તે સમયના સમુદ્રનાં પાત્રો પરવાળાં, ક્રિનોઇડ્સ, અને શંખલા વગેરે વડે છવાઇ ગએલાં હતાં. એ

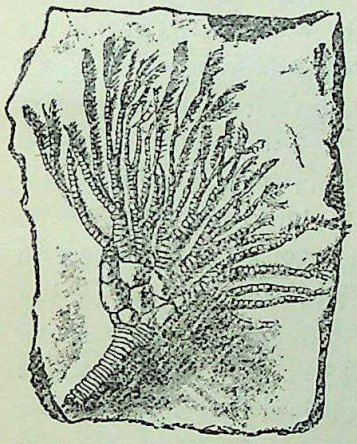
---

* अहस्तानि सहस्तानामपदानि चतुष्पदाम् ॥
फाल्गुनि तत्र महतां जीवो जीवस्य जीवनम् ॥ ४७ ॥
श्रीमद्भागवत–१ स्कं० १३ अध्याय.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જીવોમાંના ઝીણામાં ઝીણાની વાત કરીએ. દરીઆઈ ઝીણાં પ્રાણી ફોરામિનિફેરાના અવશેષ બેસુમાર મળી આવે છે. એ જાતિનું એ સમયનું લાક્ષણિક ફોરામિનીફેરા તે '**ફ્યૂઝૂલિના**' કરીને હતું. રુશિયાથી ચીન, જાપાન અને ઉત્તર અમેરિકા, એમ જુના ભૂગોળમાં પસરેલા ચૂર્ણપાષાણ સદંતર ફોરોમિનિફેરાની આ ફ્યૂઝૂલિના જાતના જ બનેલા છે. આ સમયનાં ઘણાંખરાં પરવાળાં રગોઝ જાતનાં, એટલે બહારથી ખડબચડાં થતાં. કરોડવગરનાં છીપવાળાં દરીઆઈ પ્રાણીઓ તે સમયમાં પુષ્કળ હતાં. એ વર્ગની મોટી જાત ક્રિનોઇડ સેંકડો ચોરસ મૈલો ને મૈલોના વિસ્તારમાં ઘટ્ટ જથાબંધ થતી. એ જાતિનો વિસ્તાર એટલો બધો હતો કે એમના અવયવો વડે જ બનેલા ચૂર્ણપાષાણને ક્રિનોઈડિલ અગર એંક્રિનાઇટ ચૂર્ણપાષાણ એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. અને એનાં સેંકડો ફીટની જાડાઈનાં પડ જણાયાં છે. આ પ્રાણીનો દેખાવ છોડવા જેવો હતો. એના છૂટા થઇ ગએલા સાંધાઓ અને અસ્થિપટલો ફોસિલરૂપે પ્રાપ્ત થાય છે.



આ. ૬૬. કાર્બોનિફરસ ક્રિનોઇડસ વુડોક્રિનસ એકસ્પેન્સસ.

એકિનોડર્મેટા વર્ગની બ્લેસ્ટોઈડ જાતિનું પ્રાણી કાર્બોનિફરસ સમયનું લાક્ષણિક લેખાય છે. એ પ્રાણી સામાન્ય ક્રિનોઈડ કરતાં ભિન્નતાવાળું છે. એના નિરાળા અને હાથની ગરજ સારતા ફંટા અને ભિંગડાંની બનાવટ એવી છે, કે તે એક પ્યાલાને મળતું આવે છે. આ પ્રાણીએ જો કે સિલુરિયન સમયના પાછલા કાળમાં અને ડેવોનિયન સમયમાં દેખા દીધી હતી, પણ તેમનો ખરેખરો ઉદય તો આ કાર્બોનિફરસ સમયમાં થયો છે અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

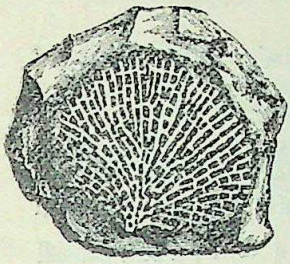
તેથી જ એ પ્રાણી આ કાળનું લાક્ષણિક પ્રાણી ગણાય છે. હાલ તો એ પ્રાણીનું ગયાળ ગયું છે.

આ સમયમાં **સપટલ** પ્રાણીઓમાં, પ્રથમના સમયોનાં એવાં પ્રાણીઓ કરતાં ઘણો જ દેખીતો ઘટાડો થયો છે. ખસુસે કરીને જુના પ્રાથમિક સમયોમાં ઘૂમતી ત્રિલોબાઇટ જાતિનો આ સમય પછી નિર્વંશ ગયો છે. સિલૂરિયન અને ડેવોનિયન સમયમાં એમની વિવિધ અને ઘણી જાતિયો હતી. પણ આ બધી જાતિઓમાંથી આ કાર્બોનિફરસ સમયમાં તો માત્ર ચાર જ જાતિ હયાત રહી હતી. આ ચારે જાતિનાં પ્રાણીઓ કદમાં બહુ નાનાં હતાં. એમાંના કોઇ યે કાર્બોનિફરસ સમય પછીથી, તે વર્ત્તમાન સમય પર્યંત, કદી દેખાયાં જ નથી. પરન્તુ **સપટલ** પ્રાણીઓમાંની **ઓસ્ટ્રાકોડ** નામની જાતિ આ સમયમાં બહુ ઉદ્ભવ પામી હતી. આ જાતિનાં પ્રાણીઓ વર્ત્તમાન સમયમાં પણ પુષ્કળ મળી આવે છે. એ પ્રાણીઓ બેવડા પટલમાં રહેતાં અને એમનું આખું શરીર આ પટલથી ઢંકાએલું હતું. એની ઘણી ખરી જાતિયો મીઠા પાણીમાં રહેનારી હતી. એની **સિપ્રિસ** નામની એક જાતિ તળાવડાં અને ખાઇઓમાં પુષ્કળ થતી. એ જ જાતિની કેટલીક ભાંભળા પાણીમાં વસનારી પણ હતી. વર્ત્તમાન સમયમાં જેમ થાય છે તેમ, એ જાતિનાં બીયાં જેવાં પ્રાણીઓ ઉંડા પાણીવાળી જગાઓમાં પુષ્કળ થતાં. અને એવી જમીનનો કાંપ બંધાઇને થએલાં શેલનાં પડોમાં તેઓ જથાબંધ મળી આવે છે. ક્વચિત્ ક્વચિત્ વધારે ઘટ્ટ થઇને તેમણે ચૂર્ણપાષાણનું રુપ પણ ધારણ કર્યું છે. નાની માછલીઓ આવાં નાનાં નાનાં પ્રાણીઓ ઉપર નિર્વાહ કરતી હશે, એ નિઃસંશય છે; કેમકે જ્યાં જ્યાંથી એમના અવશેષો જથાબંધ મળ્યા છે, ત્યાં ત્યાંથી નાની માછલીઓના અવશેષો પણ મળ્યા છે. એમનું **લેપરડિશિયા** નામનું કુટુંબ જાણીતું છે. આ સમયમાં લાંબી પૂંછડીવાળાં સપટલ પ્રાણીઓનું અસ્તિત્વ પણ હોય એમ જણાય છે. આ સમયની શરુઆતમાં પાણીમાં યૂરેપ્ટેરિડ નામની ઉપજાતિનો વંશ પણ ચાલુ હતો.

કાર્બોનિફરસ સમયના ચૂર્ણપાષાણમાં મળતાં નાજુક અને સુંદર ફોસિલોમાં **પોલિજોઆ** નામની ઉપજાતિ આપણું ધ્યાન ખેંચે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

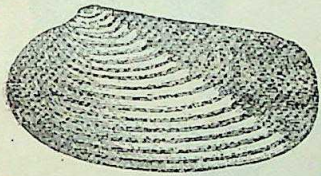
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



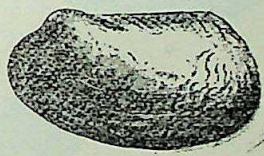
આ. ૬૭. કાર્બોનિફરસ પોલિઝન. ફેનેસ્ટેલા મોરિસિઆઇ.

જાળી જાળીવાળું એક આખું ખોખું અને તેના દરેક ખાતામાં વ્યક્તિગત જિવડો, એ પ્રમાણે એ પ્રાણી રહેતાં. સમુદ્રકાંઠા પાસેના પાણીમાં હાલ પણ એ પ્રાણી મળે છે. **ફેનેસ્ટેલા** નામની બીજી એક ઉપજાતિ કાર્બોનિફરસ સમયમાં ખાસ વૃદ્ધિંગત થઈ હતી. આ પ્રાણીઓ એટલાં તો વૃદ્ધિંગત થયાં હતાં, કે તે સમયે બંધાયલા ચૂર્ણપાષાણનો મુખ્ય ભાગ એમનો જ બનેલો છે. આ પાષાણોને અમુક વખત સુધી હવામાં ખૂલ્લા રહેવા દઇએ તો એની જાળી જાળી જેવી રચના સ્ફુટ થાય છે. પથ્થરના બીજા ભાગ કરતાં આ જાળી જાળીવાળી રચના ખાસ નિરાળી જણાય છે, ને ઘણા કાળ સુધી ટકી રહે છે.

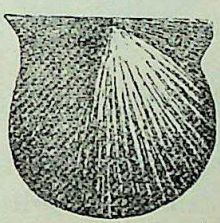
માંસરૂપી લેમેલિબ્રેંચની **ન્યુકુળા, લેડા, એવિકયૂલોપ્ટેક્ટન** વગેરે ઉપજાતિઓ આ સમયમાં જણાય છે.



a



b

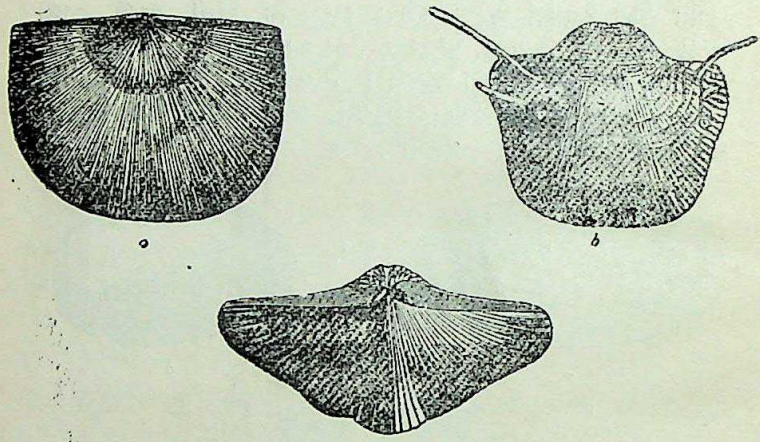


આ. ૬૮ કાર્બોનિફરસ–લેમેલિબ્રેંચ.
a. એડમોણિડયા સલ્કેટા. b. એન્થ્રાકોમિયા એડમ્સીઆઇ.
c. એવિકયૂલોપ્ટેક્ટન ફ્લેક્સ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ સમયમાં વધારે ઉત્ક્રાન્તિ થએલાં ' **લેમેલિબ્રેંચીસ** ' પ્રાણીઓ જ્યારે વધ્યાં હતાં, ત્યારે પ્રાથમિક યુગના પ્રથમના ભાગમાં સંખ્યામાં આગળ પડતાં જણાતાં ' **બ્રેચિયોપોડ્સ** ' જાતનાં પ્રાણીઓ ઘટતાં જતાં જણાય છે. બ્રેચિયોપોડની કેટલીક લાક્ષણિક જાતિયો આખા ભૂગોળ પર ફેલાઈ હોય એમ જણાય છે. એ વિશેષ ફેલાયલી જાતો તે **પ્રોડક્ટસ, સ્પિરિફેર, સ્ટ્રેપ્ટોરિંકસ, રિંકોનેલા, લિંગ્યૂલા** અને **ડિસિના** વગેરે છે. એમની કેટલીક ઉપજાતિયો યુરોપમાં થઇને



આ. ૬૯. કાર્બોનિફરસનાં બ્રેચિયોપોડ.

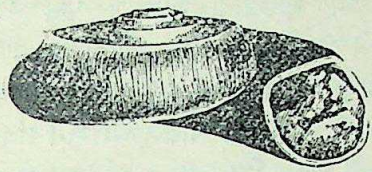
a. પ્રોડક્ટસ સેમીરેટિક્યૂલેટસ. b. સ્ટ્રેપ્ટોરિંકસક્રેનિસ્ત્રિયા.
c. સ્પિરિફેરા સ્ટ્રિએટા.

ચીન, ઓસ્ટ્રેલિયા અને ઉત્તર અમેરિકા સુધી ફેલાઇ હતી. બહુધા **પ્રોડક્ટસ લોંજીસ્પાઈનિસ, સ્ટ્રેપ્ટોરિંકોલસ કેનિસ્ટ્રિયા** અને **સ્પિરિફેરગ્લેબ્રા** એ ઉપજાતિયો સર્વત્ર મળી આવે છે.

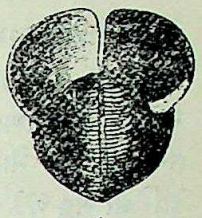
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગેસ્ટ્રોપોડ્સ પ્રાણીઓની પણ કેટલીક જાતિયો ઉપલબ્ધ થાય છે.

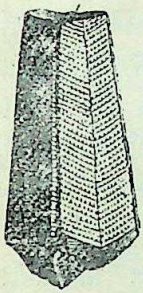


a



b

આ. ૭૦ કાર્બોનિફરસનાં ગેસ્ટ્રોપોડ્સ.
a. યૂઓમ્ફેલસ પેન્ટેગ્યૂલેટસ. b. બલેરોફોન ટેન્યુઇફોસયા.

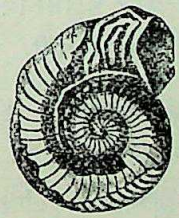


કાર્બોનિફરસ ચૂર્ણપાષાણમાં ટેરોપોડ્સની પણ ઘણી સંખ્યા મળે છે.

આ. ૭૧ ટેરોપોડ
કોન્યુલેરિયા ક્વાડ્રી સલ્કેટા.

સિફેલોપોડ્સની પણ ઘણી ઉપજાતિયો: મળી આવે છે.

a



b

આ. ૭૨ સિફેલોપોડ્સ (કાર્બોનિફરસ સમયનાં)
a. ઓર્થોસિરાસ ગેલ્ટ્રુસિઓસ. b. ગોનિયેટાઇટિસ સ્પીરીકસ.

CC-0. Panini Kanya Maha Vidyalaya Collection. Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કાર્બોનિફરસ ચૂર્ણપાષાણમાં માછલાના શેષભાગ પણ મળી આવે છે; પણ કાળી શેલ અને કોયલાનાં પડોમાં મળતા માછલાના અવશેષોની સરખામણીમાં તેમની સંખ્યા બહુ જ ઓછી છે. એક તરેહની બહુ મોટી શાર્ક જાતની માછલીની પાંસળીઓ અને દાંતનાં ફોસિલો બહુ જડે છે. આ માછલી પૂષ્કળ શિકારની લાલચે સમુદ્રમાંથી આ ઉતળા પાણીમાં આવી હશે. આ માછલીના દાંત, હાડકાના જડબામાં બેસાડેલા હોઇ, એના મોંમાં નિચલા જડબામાં અને તાળવામાં ફરસબંધી જડી હોય નહિ એવી રચના બની રહેતી. એમણે પકડેલા શિકારના અંગના સખ્ત ભાગો ચાવીને ભાગી નાંખી શકે માટે આવી ગોઠવણ હતી. ઘણું કરીને આ શાર્ક તે સમયની ગેનોઇડ જાતની માછલી ઉપર પોતાનો ગુજારો કરતી; અને ગેનોઇડ માછલીઓ બખ્તર-વાળી હોવાને લઈને, તેમને ચાવી ખાવા સારુ આ શાર્કને આવાં જડબાં વગેરેની ખાસ જરુર હતી. આ ગેનોઇડ્સ માછલીઓ વિશેષે શેલના પડોમાં મળે છે. તેઓ વિસ્તિર્ણ બંધાયલા ચૂર્ણપાષાણમાં કવચિત જ મળી આવે છે. આ શાર્ક સમુદ્રવાસી હોઇ તેમની બીકથી આ ગેનોઇડો સમુદ્રમાં કવચિત જ જતી હશે. પોતાની સલામતીની ખાતર છાછરાં અને શાંત પાણીમાં રહેતી હશે. અને તેથી જ તેમના અવશેષો શેલ વગેરે પડોમાં વિશેષે મળે છે અને સમુદ્રમાં બંધાયલા ચૂર્ણપાષાણમાં મળતા નથી.

યૂરોપમાં બંધાયલાં કાર્બોનિફરસ સમયનાં પડોના સ્પષ્ટ બે વિભાગ દૃષ્ટિગોચર થાય છે. નિચલા ભાગમાં બંધાયલાં પડો તે દરીઆમાં બંધાયાં હોઇ, તેઓ કાર્બોનિફરસ ચૂર્ણપાષાણનાં બનેલાં છે. ઉપલા વિભાગમાં વેળુપાષાણ, શેલ અને બળે નહિ એવી માટી–ફાયરક્લે–નાં પડ બંધાયાં છે. કોયલાના વળાંનો અને પડોનો સમાવેશ આ વિભાગમાં થાય છે.

યૂરોપખંડમાં કાર્બોનિફરસ પડો ઘણાં ઠેકાણે મળે છે. તેઓ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ફ્રાન્સની ઉતરે, બેલ્જીયમમાં થઇને વેસ્ટફેલિયા સુધી વધેલાં છે. ઉત્તર અમેરિકામાં, પૂર્વ યુનાઇટેડસ્ટેટમાં અને પેન્સિલ્વેનિયામાં ૪૦૦૦ ફીટની જાડાઇનાં કાર્બોનિફરસ પડો છે. તેમાં કોયલાનાં કિંમતી પડો આવેલાં છે. આ પડો જેમ જેમ ઉત્તરમાં જાય છે, તેમ તેમ તેમની જાડાઈ વધતી જાય છે. નોવાસ્કોશિયામાં તેમની જાડાઇ ૮૦૦૦ ફીટની છે. ઑસ્ટ્રેલિયા અને ન્યુઝિલંડમાં જાડા જળમળરોકોમાં કાર્બોનિફરસ સમયના અશ્મીભૂતસકરણઅવશેષો મળી આવે છે. ન્યુસાઉથવેલ્સનાં કિંમતી કોયલાનાં પડો પણ આ સમયના પડોમાં જ આવેલાં છે.

જ્યાં આ કાર્બોનિફરસ સમયનાં પડોનો પડોદય થઇ તેઓ સપાટી પર આવ્યાં હોય છે, તે પ્રદેશનો કુદરતી દેખાવ બે તરેહનો હોય છે. ત્યાં ચૂર્ણપાષાણના ઉંચા પર્વતો અને નીચે કાંગ્લોમિરેટ, શેલ અને વનસ્પતિવાળી પહોળી ખીણો આવી રહી હોય છે. બધો દેખાવ ગમગીન અને સામાન્ય જણાય છે. શેલ અને માટીની જમીનમાં પાણી પચપચ્યાં રહે છે. આપણે જાણીએ છિએ, કે હાલના સમયની સુધરેલી રીતો અને યાંત્રિક મદદ છતાં પણ, એ જમીન સારી ફળદ્રૂપ બની શકતી નથી.

આ સમયની વનસ્પતિને અંગે કહેતાં એક ભૂસ્તરવેત્તા કહે છે, કે જ્યાં જ્યાં કોરી જમીન, કે છબછબાં પાણીવાળાં સરોવરો કે વહેળા હતા, ત્યાં હાલ બરફથી ઢંકાયલાં ઉજ્જડ મેદાનવાળા ઉત્તર ધ્રુવની આસપાસ આવી રહેલા મેલવિલ્લ બેટથી તે દક્ષિણ ભણીના તેજસ્વી ક્રોસ નામે નક્ષત્રની તળે આવેલા ઓસ્ટ્રેલિયાના એકાંત રણ સુધી, જંગલી અને અતિ મોટી ફાલેલી લીલોતરીથી વરાળવાળી ભીની જમીન બિલ્કુલ ભરાઇ ગઇ હતી; અને તે એટલે સુધી, કે દૂરના ગ્રહો પર વાદળાંમાં થઇને આછા લીલા રંગનાં કિરણો પ્રકાશવાને લીધે, બીજા ગ્રહો ઉપરથી આપણી પૃથ્વી લીલી જણાતી હશે!

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કાર્બોનિફરસ સમયમાં કુદરતી દેખાવ કેવો હશે એનો ખ્યાલ સામેના પૃષ્ટપર આપેલું કાલ્પનિક ચિત્ર જોવાથી આવશે. એમાં તે સમયની વનસ્પતિ અને કેટલાંક પ્રાણીઓ દૃષ્ટિગોચર થાય છે.

દેખાવમાં મનોહરતા નથી; પણ એનો બદલો કાર્બોનિફરસ સમયમાં બંધાયલાં પડોની અંદરના ખનિજ પદાર્થ વડે મળી રહે છે. એ પડોમાંથી ઘર બાંધવાના સારી ઉંચી જાતના પત્થરો નિકળે છે. ચૂનો પકવવામાં ઉપયોગી પથરા પણ મળે છે. સિમેંટ અને ખેતીના વપરાશમાં ખપ આવે એવાં ચૂર્ણપાષાણનાં પડો પણ આમાં બહુ મળે છે. બળે નહિ એવી માટી-ફાયરક્લે પણ નિકળે છે. આ માટી નળીયાં, ઇંટો, ચોરસાં, નળ અને નળીઓ બનાવવામાં ઘણી કામની છે. એમાંથી લોહપાષાણ પણ મળે છે. એમાંથી રપચી અને ગેરુ પણ નિકળે છે. બિટયૂમિનવાળી શેલમાંથી પેરેફીન અને એ જાતનાં બીજાં તેલ કઢાય છે. ઘરમાં, કારખાનાંમાં, રેલ્વે અને મિલોમાં બાળવામાં આવતા કોયલાને માટે પણ આપણે આ સમયનાં પડોનો જ આભાર માનવાનો છે.

(૯)
પર્મિયન વિભાગ

જે સમયે કોયલાનાં પડ બંધાયાં હતાં તે સમયે ભૂપૃષ્ટ નીચે બેસતું જતું, હતું એ આપણે જોયું. આ કાળ ઘણો જ લાંબો હતો, છતાં એ સમયનો પણ અંત આવ્યો; અને ત્યાર પછીના સમયમાં ભૂપૃષ્ટમાં વારંવાર ઘણા ક્ષોભ થવાથી, જેમાં પાણી ભરાઈ રહેતું તેવી નિચાણવાળી જગાઓ, તેમ જ કોયલાનાં પડ જેમાં બંધાતાં હતાં. એ છબછબાં પાણીવાળાં પાણથળ ઉંચાં આવી ગયાં; આમ થવાને લીધે યૂરોપની ભૂતળરચનામાં ઘણો જ ફેરફાર થઇ ગયો.

કોયલાનાં પડોની ઉપર બંધાયલાં આ પડો તેમને સમાન્તર ન બંધાતાં ત્રાંસાં થઇ ગએલાં અને કેટલીક જગાએ તો તેઓ લગભગ લંબરુપે થઈ ગએલાં દૃષ્ટિગોચર થાય છે. કેટલાક જગાએ તો કોયલાનાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઇત ૭૭ ગોપાલદેવસ્ય સમયાનો ઇદરકી ગુંપાવડ્ડ
કાલ્યાદિક ચિત્ર.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડો અને તેમની તરત જ ઉપર બંધાયલાં પડોની અંદર એકદમ જણાઇ આવે એવા અસમાન્તરપણાને લઇને ભૂસ્તરવેત્તાઓ સ્વાભાવિક રીતે એમ માની બેઠા કે એ સમયે કોઇ કારણથી ભૂપૃષ્ટ ઉપર મહા ઉત્પાત થઈ ભૂસ્તરનો ઇતિહાસ લખાતો બંધ પડયો હશે. શરુઆતથી જ પડોના બંધાવાને આપણે ઇતિહાસનું રુપક આપ્યું છે, એ તો વાંચનારને સાંભરતું હશે. ભૂસ્તરવેત્તાઓ આવી માન્યતા પ્રમાણે જે સમયે પડો બંધાવાની ક્રિયા બંધ રહે એ વિલક્ષણતા ઉપરથી આવા સમયને જ્યાંથી બીજા સમયનો કાળનિર્ણય કરી શકાય એવો સમયમાપક બનાવ માનતા હતા. પરંતુ અશ્મીભૂતસેંદ્રિયઅવશેષોના પૂરાવાને મહત્વ આપીને વિચારતાં જણાય છે, કે તે સમયે આવો કોઈ પણ ઉત્પાત થયો જ નહોતો. તેમ જ પડો બંધાવાની ક્રિયા બંધે પડી ગઇ નહોતી. પણ ઉલટી સતત ચાલુ જ રહી હતી. નીચે આવેલાં કોયલાનાં પડોની સાથે એમની તરત ઉપર આવેલાં આ પડો તેમને ઘણાં અસમાન્તર બંધાયલાં છે, એ અમે કહ્યું. આ અસમાન્તરતાને ન લેખવતાં ફોસિલો જોવા જઇએ તો એ ઉપરનાં પડોમાં કાર્બોનિફરસ સમયનાં ઘણાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ જીવંત હતાં એમ જણાય છે. વળી જો કે યૂરોપના ઘણા ભાગમાં અને ઇગ્લાંડમાં આ સમયે ઉત્પાતથી થયેલ છિન્નાભિન્નતા જેવો અને પડ બંધાવાની ક્રિયા બંધ રહી હોય એવો દેખાવ જણાય પણ છે; પરન્તુ એ વસ્તુસ્થિતિ સાર્વભૌમ નથી. બધી જગાએ જ્યાં જ્યાં આવાં પડો છે, ત્યાં ત્યાં આવી સ્થિતિ દ્રષ્ટિગોચર થતી નથી; એટલું જ નહિ, પણ ફ્રાન્સમાં ઓતુન નામની જગાએ અને બોહિમિયાના કોયલાના ક્ષેત્રમાં આવાં ચિન્હ બિલ્કુલ જણાતાં જ નથી. ત્યાં, યૂરોપમાં ઘણી જગાએ થયો હોય એમ જણાતો ક્ષોભ, તેમ જ પડોનો ક્ષય થયો જ નથી. ડુંકામાં ત્યાં વિચ્છેદ જેવું બિલ્કુલ જણાતું નથી.

ઇગ્લાંડમાં આ વિભાગ સદંતર રાતી રેતીના પથ્થરોનો બનેલો જોવાથી પ્રથમતા ભૂસ્તરવેત્તાઓ સ્વાભાવિક રીતે જ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માની બેઠા, કે જેમ કાર્બોનિફરસ સમયના પડોની નીચે રાતી રેતીના પાષાણનાં પડો છે. તે જ પ્રમાણે આ પણ રાતી રેતીના પાષાણોનાં જ પડો છે; અને એ ભૂલાવાને લીધે તેમણે આ વિભાગનું નામ "**નવારાતીરેતીનાપાષાણો**" એવું પાડયું. આ વિભાગમાં પ્રાપ્ત થતાં ફોસિલો પ્રાથમિક યુગનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિના તેવા અવશેષોના જેવાં, તેમ જ મધ્યજીવમયયુગનાં જેવાં જોવામાં આવ્યાં તેથી, ભૂસ્તરવેત્તાઓએ ધાર્યું કે આ પડો યુગમાં ફેરફાર થતી વેળાનાં છે. "નવાં રાતી રેતીનાં પડો" એ નામ ઘણાક ભૂસ્તવેત્તાઓને વાંધાભર્યું લાગતાં તેનાં જુદાં જુદાં નામ પાડયાં છે. તથાપિ આ નવું પાડેલું નામ સર્વમાન્ય તરીકે અદ્યાપિ ટકી રહ્યું છે.

રુશિયાના પશ્ચિમ ભાગના પરગણામાં એક પર્મ નામની જગા આવેલી છે. આ જાતનાં પડો એ જગાએ ઘણાં અને સારી રીતે બંધાયાં છે. આ ઉપરથી આ વિભાગને 'પર્મિયન' એવું નામ સંપાદન થયું છે. રાતી રેતીના પાષાણ, માર્લ, કાંગ્લોમિરેટ, બ્રેશિયા, ચૂર્ણપાષાણ અને ડોલોમાઇટ એ આ વિભાગનાં અઙ્ગભૂત પડો છે. આ વિભાગનો વેળુપાષાણ સ્હેજ રતાશથી માંડીને ગુલાબી અને ચાકલેટના જેવો ઘેરો કીરમજીયા, એવા દરેક પ્રકારના રાતા રંગનો હોય છે. એ પાષાણોમાં ધોળાં તેમ જ લીલાશ પડતાં ટપકાં અગર દોરા હોય છે.

આ વિભાગમાં અશ્મીભૂતસેંદ્રિયઅવશેષોનો અભાવ ખાસ આપણું લક્ષ ખેંચે એવો છે. વેળુપાષાણને રંગ આપનાર લોઢાના પરઓક્ષાઇડનું જે પાણીમાં ઘનીકરણ થયું હોય તે પાણી પછી સજીવ પ્રાણીને વસવાલાયક રહેતું નથી. એમ થવાથી જ આ રાતા વેળુપાષાણનાં પર્મિયન પડો બહુધા અશ્મીભૂતઅવશેષો રહિત છે. પરંતુ એ વિભાગમાં ઘેરા રંગની શેલનાં, તેમ જ [illegible] રાતા પડો છે. એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડોમાંથી માછલીઓના અશ્મીભૂતઅવશેષો પ્રાપ્ત થાય છે. ચુર્ણપાષાણનાં પડોમાંથી પણ ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે. પરન્તુ આ ચુર્ણપાષાણમાં ડોલોમાઇટ, જીપ્સમ, અને સિંધવ જેવા જળરહિત અમ્લ પદાર્થોનાં પડો પણ છે અને તે પડો તો ફોસિલ રહિત જ છે.

જુદા જુદા પ્રકારના આ અહ્ગભૂત રોકો ઉપરથી આ પડો બંધાવાની જુદી જુદી રીત જણાય છે. આ પડો ખુલ્લા દરીઆમાં તો નહિ જ બંધાયાં હોય. જ્યાં પાણીમાં એ બંધાયાં હશે એ પ્રદેશ દરીઆથી ઓછો વત્તો વિભક્ત હોવો જોઇએ, જેથી નવું પાણી ન આવવાના સબબે પાણીની અંદરના લોહઓક્ષઇડો વગેરેનું પ્રમાણ વધ્યું જાય. પાણીનો પોતાની અંદર જુદા જુદા ક્ષારોને પિગળાવવાનો એક ધર્મ છે. એ પિગળાવવાની શક્તિની અમુક સીમા છે. હદ કરતાં ક્ષારનું પ્રમાણ વધારે થાય તો તે ક્ષાર પિગળ્યા વગર ઘનરુપે પાણીમાં રહે. આ પડો જે પાણીમાં બંધાયાં હશે એ પાણીમાં ક્ષાર પિગળાવવાની એની શક્તિ કરતાં વિશેષ લોહઓક્ષાઇડો વગેરે એકઠાં થતાં, તેઓ ઘનીભૂત થઈ તળીએ બેઠા હશે. જીપ્સમ અને સિંધવ જેવા પદાર્થોનાં પડોનું અસ્તિત્વ જ સૂચવે છે, કે આ પાણીમાં અમે કહ્યું એવી રસાયનિક ક્રિયાઓ થઇ હશે. ડોલોમાઇટ પ્રથમ તો ચુર્ણપાષાણરુપે જ પથરાયો હશે; પરંતુ પછીથી તેમાં મેગ્નેશિયાના ક્ષાર ભળવાથી તેણે ડોલોમાઇટનું રુપ ધારણ કર્યું હશે. આવા અત્યંત ક્ષારમય જળમાં પ્રાણીઓનો ઉદ્ભવ ન થાય એ દેખીતું જ છે. આવી વસ્તુસ્થિતિને લઇને જ પર્મિયન વિભાગમાં ફોસિલોનો અભાવ છે. આમ છતાં જ્યાં જ્યાં પાણીમાં લોહના કે બીજા ક્ષાર, અગર જીપ્સમનો અભાવ છે એવા ઘણી જાડાઇવાળા ચૂર્ણપાષાણમાં ફોસિલો ઘણીવાર મળી યે આવે છે. આ વિભાગમાં માર્લસ્લેટ અને ચૂર્ણપાષાણ એ જાતનાં પડોમાં જ ફોસિલો ઉપલબ્ધ થાય છે. દરીઆના પાણીને ન પેસવા દેનાર અંતરાય દૂર થયા હશે અને તેથી સમુદ્રનું ખૂબ જળ અંદર આવ્યું હશે, જેને લીધે પાણીની અંદરના લોહ અને બીજા ક્ષારોનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રમાણ બહુ જ ઘટી ગયું હશે. વળી દરીઆમાંથી ઘણાં પ્રાણીઓ પણ ઘુસી આવ્યાં હશે. વખતે આવા સંયોગોમાં આ ફોસિલવાળાં પડો બંધાયાં હશે, એમ અનુમાન થાય છે, આમ બનવાથી જ આવાં પડોમાં દરીઆઇ પ્રાણીઓ ઘણાં માલમ પડે છે.

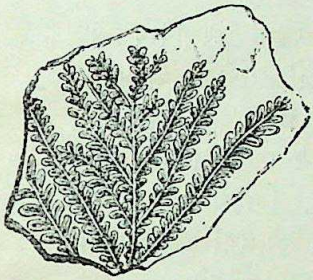
પર્મિયન સમયમાં પશ્ચિમ, મધ્ય અને દક્ષિણ યુરોપના પ્રદેશમાં આગ્નેયઉપાધિ પણ કામે લાગેલી હોય એમ જણાય છે. સ્કોટલંડના દક્ષિણ ભાગમાં જ્વાળામુખીઓનો નાનો પ્રદેશ હતો. જર્મનીમાં હાલ જ્યાં વોસ્જીસ પર્વત છે તે પ્રદેશમાં જ્વાળામુખીઓનું વિશેષ બળ હોઈ, આ જ્વાળામુખી પ્રદેશ હાલ જ્યાં આલ્પ્સપર્વત છે ત્યાં સુધી અને ત્યાંથી ભૂમધ્ય સમુદ્રના કિનારા ઉપર કેનીસ સુધી પ્રસરેલો હતો. આવાં કારણોને લીધે જ પર્મિયન વિભાગમાં પ્રમાણમાં સેંદ્રિયઅશ્મિભૂતઅવશેષોનો અભાવ છે. જુના પ્રાથમિક સમયનાં પડોમાંથી ઢગલાબંધ ફોસિલો મળી આવે છે, ત્યારે આખા પર્મિયન સમયનાં પડોમાંથી જાતિયો અને ઉપજાતિયો બંનાંની મળીને માત્ર ત્રણસોની જ સંખ્યા થાય છે.

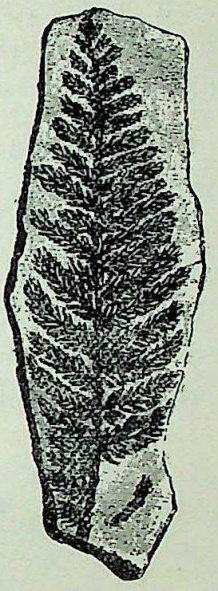
પણ આ સમયની કોરી જમીન ઉપર વિવિધ તરેહની વનસ્પતિ પુષ્કળ હતી. તેમ જ દરીઓ પણ પ્રાણીઓથી ભરપૂર હતો. આ સમયની વનસ્પતિ કાર્બોનિફરસ સમયની વનસ્પતિને બહુ મળતી હતી. વનસ્પતિની ઘણી જાતિયો અને ઉપજાતિયો, કાર્બોનિફરસ સમયનાં જંગલો અને અરણ્યોમાં થતી હતી તે જ, જીવંત રહી હતી. લેપિડોડેંડ્રોન, સિજિલેરિયા અને કેલેમાઇટ વગેરે એ જુની વનસ્પતિની જીવંત રહેલી જાતિઓમાં મુખ્ય હતી. છતાં આ વનસ્પતિયો ધીરે ધીરે ઓછી થતી જઈ, આખરે આ સમયમાં લય પામે છે. જેમ આ વનસ્પતિયોનું મરણ થાય છે તેમ બીજી નવી તરેહની વનસ્પતિઓનો ઉદ્ભવ પણ થાય છે. આ નવી ઉદ્ભવતી વનસ્પતિયોમાં કર્નાં ઝાડ મુખ્ય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. ફર્નનાં ઝાડ છેક ડેવોનિયન સમયથી છુટાં છવાયાં કાંક કાંક મળતાં હતાં; પણ આ સમયમાં તેમની ખાસ વૃદ્ધિ થઈ છે. એની





આ. ૭૪. કેલિપ્ટેરિસ કોનફર્ટા. આ. ૭૫. વેલ્ચિયા પિનિફોર્મિસ

કેલિપ્ટેરિસ નામની ઉપજાતિ આ સમયની જંગલની વનસ્પતિયોમાં અગ્રગણ્ય હતી. સૌથી વધારે દૃષ્ટિગોચર થતું ઝાડ તો કોનીફરનું હતું. તેમ જ આ સમયમાં સિકેડ જાતિનો પ્રથમ ઉદ્ભવ થયો હતો. સુકી જમીનપર વિલાયતમાં થતાં યૂ નામનાં ઝાડના જેવા વેલ્ચીયાની પણ ઘણી જ વૃદ્ધિ થઇ હતી. તેની સાથે જેને શંકુ આકારનાં ફળ થાય છે તેવી બીજી વનસ્પતિ પણ પૂષ્કળ હતી. સિકેડ જાતિનો ઉદ્ભવ આ સમયમાં થયો તે આખા મધ્યજીવમયયુગમાં પૂષ્કળ વધી, તે આ યુગની લાક્ષણિક વનસ્પતિ મનાઇ છે.

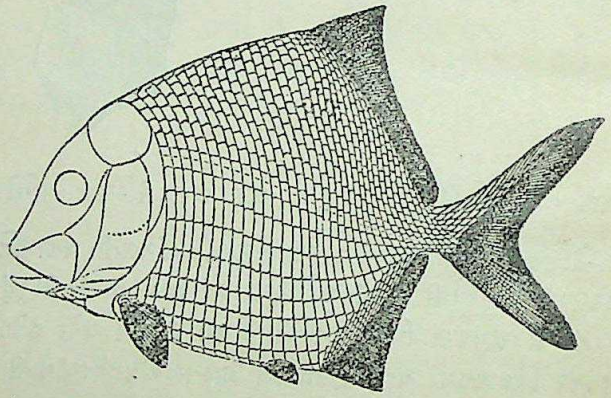
પર્મિયન સમયના પ્રાણીઓનાં અવશેષો જે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડોમાં ટકી રહ્યા છે તે બધાં બંધીયાર દરીયાનો અંતરાય નાશ પામી ખૂલ્લા દરીયા સાથે સંબંધ થતી વખત જ બંધાયાં છે. તે કાળે ખૂલ્લાં દરીયામાંથી બંધીયાર દરીયામાં નવું પાણી આવવાથી ત્યાંના ધાતુ વગેરેના ક્ષારનું પ્રમાણ ઘટી, એ મૂળ પાણી પ્રાણીઓને વસવા યોગ્ય થયું હશે એ કહી ગયા છીએ.

કાર્બોનિફરસ સમયનાં ટકી રહેલાં બ્રેચીયોપોડની જાતિયોમાં, **પ્રોડેકટસ, સ્પિરિફેરા,** અને **સ્ટ્રોફેલોસિયા** એ મુખ્ય છે. **ઓક્ષ-નસ, બેકરવેલિયા** અને **સિકઝોડસ** એ લેમેલિબ્રેંચીસની ટકી રહેલી જાતિ હતી. ઉંચી શ્રેણીનાં માંસરુપી પ્રાણીઓ બહુ થોડાં જળવાઇ રહ્યાં છે. તેમની **ઓર્થોસિરાસ, સિર્ટોસિરાસ** અને **નોટિલસ** જાતિઓ હજુ નજરે પડતી હતી. યુરોપમાં માર્લસ્લેટ અને કોયરશે-લના પડોમાં જ માંછલાના અશ્મીભૂતઅવશેષો જળવાઇ રહ્યા છે.

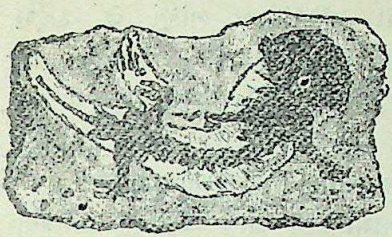


આ. ૭૬ ગેનોઇડ જાતની માછલી. પ્લેટિસોમસ સ્ટ્રીએટસ.

પેલિઓનિસ્કસ અને **પ્લેટીસોરસ** એ બે ઉપજાતિઓ બહુ મળતી. આ બન્ને માછલીઓ ગેનોઇડ વર્ગની હતી. એ વર્ગની માછલીઓને હાડકાનાં બખ્તર હતાં, એ આપણે જાણીએ છીએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આ. ૭૭. લેબિરિન્થોડોન.
સેલેમેન્ડ્રોઇડિસ.

આ સમયમાં દરીયામાં **લેબેરિન્થોડોન** પુષ્કળ હતાં. કાર્બોનિફરસ સમયની કેટલીક ઉપજાતિયો ટકી રહી હતી; અને નવી ઘણી ઉપજાતિયો ઉદ્ભવી હતી. બોહિમિયાના કોયલાનાં પડોની ઉપર આવેલાં પડોમાંથી આ નવી ઉપજાતિયો ઘણી ઉપલબ્ધ થઈ છે. પરન્તુ પ્રાણીકોટીમાં ચઢતી શ્રેણીના એક નવા પ્રાણીએ દેખા દીધી હતી. આ પ્રાણી તે **પ્રોટિરોસૌરસ** છે. એ ગરોળીની જાતિનું પ્રાણી હોઈ એનો દરેક દાંત–વર્તમાન સમયના મગરની પેઠે–જુદી જુદી ખોલણમાં બેસાડેલો હતો.

પર્મિયન સમયમાં તે કાળના ભૂમધ્ય સમુદ્રને ઓછાવત્તા જોડાયલા વિસ્તીર્ણ જળસમુહો છેક આલ્પસથી માંડીને પંજાબ સુધી ફેલાયલા હશે. દક્ષિણ હિંદુસ્થાન, દક્ષિણ આફ્રિકા અને પૂર્વઓસ્ટ્રેલિયા એ ત્રણે પ્રદેશોએ મળીને કોઈ વખતે એક મોટા ખંડનું રુપ ધારણ કરેલું હશે. અથવા તો એ જગાઓએ હવામાન વગેરે સરખાં હશે. તે સમયે જર્મનીમાં આગ્નેયઉપાધિ ખૂબ જોર કરી રહી હશે. બ્રિટિશ ટાપુઓમાં પણ તે સમયે જવાળામુખીયો મોજુદ હતા.

જર્મનીમાં આ વિભાગનાં દેખીતા બે ભાગ છે. ત્યાં એમને 'ઉપલ્યો' અને 'નિચલ્યો' અને આખા વિભાગને 'ડાયાસ' એવાં નામ આપવામાં આવ્યાં છે.

આ સમયની ઔદ્યોગિક નિપજમાં વેળુપાષાણ, અને ચૂર્ણપાષાણ મુખ્ય છે. આ ચૂર્ણપાષાણ સારી રીતે ઘડાય છે અને એનાં ઉપર ઓપ પણ સારો ચઢે છે. દેવળો અને મોટાં મોટાં ભવ્ય મકાનો બાંધવામાં આ પથ્થર બહુ અગત્યનો છે. લંડનમાંનું વેસ્ટમિનિસ્ટરનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાલામેન્ટનું મકાન આ જાતના પથ્થરથી જ બાંધ્યું છે. ડર્હેમ અને યોર્કનાં દિશાળ દેવળોની બાંધણીમાં પણ આ પથ્થર છૂટથી વાપરવામાં આવ્યો છે. આ સમયનો મેગ્નેશિયમ ચૂર્ણપાષાણ ખેતીવાડીમાં ખાતર રુપે વાપરવા સારુ પકવાય છે. તેમ જ એમાંથી મેગ્નેશિયા અને એના ક્ષારો પણ બનાવાય છે. આ સમયની માર્લ (ચૂનાવાળી માટી) ઇંટો બનાવવામાં કામ આવે છે. આ સમયનાં પડોમાં જીપ્સમ (ચિરોડી)નાં પડો પણ મળી આવે છે. વળી ઇગ્લાંડમાં આ સમયમાં ઉદ્ભવેલું સો ફીટની જાડાઈનું સિંધવનું પડ પણ છે.

આ સમયની જમીન ખેતીના કામ સારુ મધ્યમ પ્રકારની ગણાય; પણ એમાં ચારો પુષ્કળ અને સારો થાય છે. જર્મની અને રુશિયામાં આ સમયના પડોમાંથી કાચી ધાતુઓ અને સિંધવ મળે છે. મધ્ય ફ્રાન્સમાં કોયલાનાં પાતળાં પડો નીકળે છે. હિન્દુસ્થાનની કેટલીક સારામાં સારી કિંમતી કોયલાની ખાણો આ સમયની છે. દક્ષિણ આફ્રિકા અને આસ્ટ્રેલિયામાં પણ આ સમયની એવી જ ખાણો નીકળે છે.

કુદરતી દેખાવમાં આ સમયનાં પડોનો ભૂપૃષ્ટપર આવી પડોદય થયો હોય, તો જમીન એક સરખી, સપાટે નહિ અને સમુદ્રના તરંગવત્ ઉંચી નીચી યે નહિ એવી હોય છે. કુદરતી શોભા સામાન્ય રીતે ઠીક બની રહે છે. મેગ્નેશિયન ચૂર્ણપાષાણને લઇને ડુંગરોની ધારો બનેલી હોય છે. તેમ જ વેળુપાષાણ અને જ્વાળામુખીના કચરા વગેરે વડે સીધી ટેકરીઓ થએલી હોય છે.

પ્રથમયુગ સમાપ્ત.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar